Google

This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at http://books.google.com/

A propos de ce livre

Ceci est une copie numérique d'un ouvrage conservé depuis des générations dans les rayonnages d'une bibliothèque avant d'être numérisé avec précaution par Google dans le cadre d'un projet visant à permettre aux internautes de découvrir l'ensemble du patrimoine littéraire mondial en ligne.

Ce livre étant relativement ancien, il n'est plus protégé par la loi sur les droits d'auteur et appartient à présent au domaine public. L'expression "appartenir au domaine public" signifie que le livre en question n'a jamais été soumis aux droits d'auteur ou que ses droits légaux sont arrivés à expiration. Les conditions requises pour qu'un livre tombe dans le domaine public peuvent varier d'un pays à l'autre. Les livres libres de droit sont autant de liens avec le passé. Ils sont les témoins de la richesse de notre histoire, de notre patrimoine culturel et de la connaissance humaine et sont trop souvent difficilement accessibles au public.

Les notes de bas de page et autres annotations en marge du texte présentes dans le volume original sont reprises dans ce fichier, comme un souvenir du long chemin parcouru par l'ouvrage depuis la maison d'édition en passant par la bibliothèque pour finalement se retrouver entre vos mains.

Consignes d'utilisation

Google est fier de travailler en partenariat avec des bibliothèques à la numérisation des ouvrages appartenant au domaine public et de les rendre ainsi accessibles à tous. Ces livres sont en effet la propriété de tous et de toutes et nous sommes tout simplement les gardiens de ce patrimoine. Il s'agit toutefois d'un projet coûteux. Par conséquent et en vue de poursuivre la diffusion de ces ressources inépuisables, nous avons pris les dispositions nécessaires afin de prévenir les éventuels abus auxquels pourraient se livrer des sites marchands tiers, notamment en instaurant des contraintes techniques relatives aux requêtes automatisées.

Nous vous demandons également de:

+ *Ne pas utiliser les fichiers à des fins commerciales* Nous avons conçu le programme Google Recherche de Livres à l'usage des particuliers. Nous vous demandons donc d'utiliser uniquement ces fichiers à des fins personnelles. Ils ne sauraient en effet être employés dans un quelconque but commercial.

+ *Ne pas procéder à des requêtes automatisées* N'envoyez aucune requête automatisée quelle qu'elle soit au système Google. Si vous effectuez des recherches concernant les logiciels de traduction, la reconnaissance optique de caractères ou tout autre domaine nécessitant de disposer d'importantes quantités de texte, n'hésitez pas à nous contacter. Nous encourageons pour la réalisation de ce type de travaux l'utilisation des ouvrages et documents appartenant au domaine public et serions heureux de vous être utile.

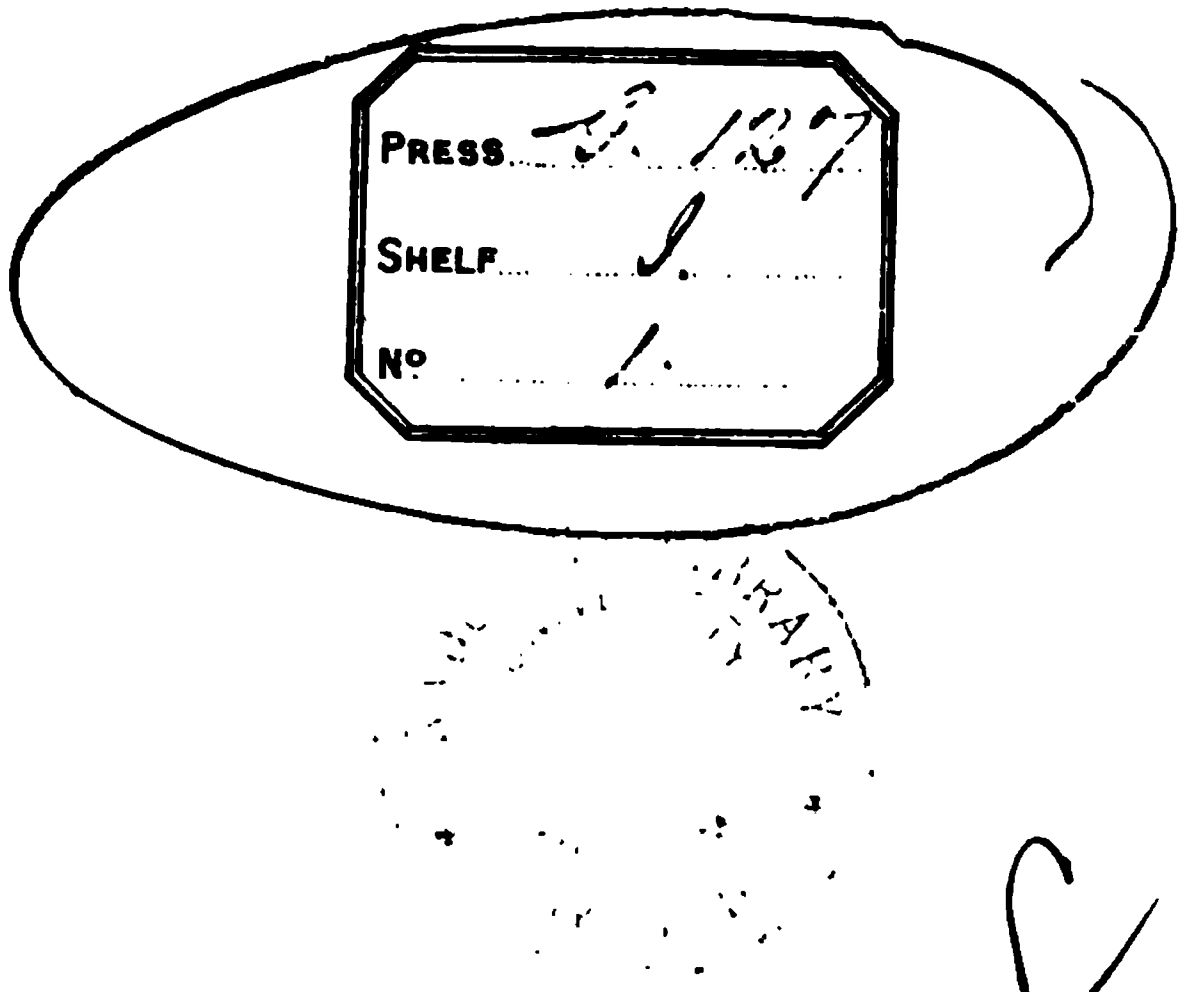
+ *Ne pas supprimer l'attribution* Le filigrane Google contenu dans chaque fichier est indispensable pour informer les internautes de notre projet et leur permettre d'accéder à davantage de documents par l'intermédiaire du Programme Google Recherche de Livres. Ne le supprimez en aucun cas.

+ *Rester dans la légalité* Quelle que soit l'utilisation que vous comptez faire des fichiers, n'oubliez pas qu'il est de votre responsabilité de veiller à respecter la loi. Si un ouvrage appartient au domaine public américain, n'en déduisez pas pour autant qu'il en va de même dans les autres pays. La durée légale des droits d'auteur d'un livre varie d'un pays à l'autre. Nous ne sommes donc pas en mesure de répertorier les ouvrages dont l'utilisation est autorisée et ceux dont elle ne l'est pas. Ne croyez pas que le simple fait d'afficher un livre sur Google Recherche de Livres signifie que celui-ci peut être utilisé de quelque façon que ce soit dans le monde entier. La condamnation à laquelle vous vous exposeriez en cas de violation des droits d'auteur peut être sévère.

À propos du service Google Recherche de Livres

En favorisant la recherche et l'accès à un nombre croissant de livres disponibles dans de nombreuses langues, dont le français, Google souhaite contribuer à promouvoir la diversité culturelle grâce à Google Recherche de Livres. En effet, le Programme Google Recherche de Livres permet aux internautes de découvrir le patrimoine littéraire mondial, tout en aidant les auteurs et les éditeurs à élargir leur public. Vous pouvez effectuer des recherches en ligne dans le texte intégral de cet ouvrage à l'adresse http://books.google.com

600026841R



1662 d. 5—.

TRAITÉ

DE PHYSIOLOGIE

DROITS DE TRADUCTION ET DE REPRODUCTION RÉSERVÉS.

Paris. — Imprimerie de E. MARTINET, rue Mignon, 2.

TRAITÉ

DE PHYSIOLOGIE

APPLIQUÉE

A LA MÉDECINE ET A LA CHIRURGIE

PAR

Th. LIÉGEOIS

Ancien aide d'anatomie à la Faculté de médecine,
Professeur agrégé à la Faculté de médecine, chirurgien des hôpitaux,
Membre de la Société de chirurgie, de la Société de biologie,
de la Société anatomique, de la Société topographique, de la Société d'anthropologie, etc.

BIBLIOTECA ... OXFORD

INTRODUCTION — PHYSIOLOGIE GÉNÉRALE

FONCTION DE REPRODUCTION

AVEC 101 FIGURES.

PARIS

VICTOR MASSON ET FILS

PLACE DE L'ÉCOLE-DE-MÉDECINE

M DCCC LXIX

AVERTISSEMENT DES ÉDITEURS

Nous nous proposions, d'un commun accord avec M. Liégeois, de n'éditer cet ouvrage, qui doit comprendre deux volumes, que quand l'impression du tome premier serait complétement achevée. Afin même que la publication souffrît, pour ce qui le concerne, le moins de retard possible, M. Liégeois avait tenu à ne nous envoyer les premiers feuillets de sa copie qu'après avoir terminé le dernier chapitre de son manuscrit.

Mais, quelle que puisse être l'activité de l'éditeur et de l'auteur, des obstacles inattendus et involontaires s'opposent souvent à une publication rapide; c'est ce que nous avons pu constater, non sans regret, pour la première partie de ce Traité. Or, quand il s'agit d'une science en voie de progrès, comme l'est aujourd'hui la physiologie, du sein de laquelle surgissent chaque jour de nouveaux problèmes plus intéressants les uns que les autres, l'idée de la veille pâlit en face de l'idée du lendemain. Désirant vivement que cet ouvrage représentât, à l'époque où il paraît, l'état actuel des connaissances sur le sujet dont il traite, l'auteur et l'éditeur ont abandonné leur premier projet et ont pensé

devoir mieux servir les intérêts de la science en le publiant par fascicules, qu'ils ont fixés au nombre de six, et réglés de la façon suivante :

A. — Introduction, Physiologie générale, Fonction de reproduction.

B. — Des mouvements, Fonctions de locomotion, de préhension, d'expression.

C. — Fonctions d'innervation, de phonation.

D. — Fonction de digestion; de l'Absorption.

E. — Fonctions de circulation, de respiration.

F. — Chaleur animale, Nutrition, Sécrétion et Excrétion; de la Mort.

Chacun de ces fascicules, de dimensions variables, et ordonné de façon à pouvoir être isolé des autres, sera, jusqu'à parfait achèvement de l'ouvrage, vendu séparément, sans engagement de prendre la suite.

TABLE DES MATIÈRES

INTRODUCTION.

But de la physiologie actuelle..... 3
Doctrines principales émises dans tous les temps pour expliquer la vie..... 3
Naturisme..... 3
Animisme ancien..... 4
Naturisme d'Hippocrate..... 4
Galénisme..... 5
Pneumatisme..... 7
Archéisme..... 7
Animisme de Stahl..... 9
Vitalisme de Barthez..... 11
Doctrines physico-chimiques..... 15
Iatro-chimie..... 15
Iatro-mécanisme..... 16
De l'influence des progrès modernes effectués dans les sciences physico-chimiques sur les progrès de la biologie..... 19
Doctrines des propriétés vitales..... 26
Irritabilité de Glisson..... 26
Tonicité de Hoffmann..... 27
Incitabilité de Brown..... 27
Contractilité, irritabilité et sensibilité de Haller..... 28
Sensibilité et contractilité de Bichat..... 29
Organicisme de Rostan..... 34
Propriétés vitales élémentaires de M. Ch. Robin..... 36
Doctrine cellulaire de Virchow..... 39
Éclectisme..... 42
Éclectisme de M. Bouchut..... 43
De la méthode expérimentale appliquée à la physiologie..... 44

PHYSIOLOGIE GÉNÉRALE.

DES CONDITIONS DE LA VIE..... 49
De l'organisation..... 49
Comment l'organisation acquiert les propriétés qui caractérisent la vie..... 54
Propriétés végétatives élémentaires..... 55
1° Propriété de nutrition..... 55
1° Propriété de développement..... 60
3° Propriété de génération..... 62
Propriétés animales..... 71
1° Propriété de contractilité..... 71
2° Propriété d'innervation..... 73

Du milieu 78
De l'influence des divers éléments du milieu sur les êtres vivants 79
Lumière 79
Air atmosphérique 83
Influence de la pression 83
— de l'électricité atmosphérique 88
— de l'oxygène 88
— de l'azote 93
— de l'acide carbonique 93
— de l'ozone 97
— de l'iode 98
— de la vapeur d'eau 100
— des matières organiques contenues dans l'air 101
— des poussières 102
Température de l'air 103
Eau 107
Aliments 110
Acclimatement 114
Influence de l'altitude 115
— de la température 116
— des miasmes 118
— de la santé du sujet 120
— de l'état moral 121
— du sexe 121
— de l'âge 121
— des races 122
Influence du milieu sur les modifications que les espèces ont subies avec le temps 123
Examen des modifications chez les animaux sauvages 126
— chez les animaux domestiques 127
— dues aux croisements entre individus de même espèce 129
— dues aux croisements entre espèces différentes 132
— chez les divers groupes humains comparés aux modifications chez les diverses espèces animales 134
— Conclusion à l'unité de l'espèce humaine 138

DES FONCTIONS 139

Classification de Bichat 141
— de M. Ch. Robin 142
— adoptée par l'auteur 144

FONCTION DE REPRODUCTION.

Génération spontanée 146
Reproduction par scissiparité 152
Reproduction par gemmiparité 154
Reproduction par œufs 154
Considérations historiques sur la génération ovipare 156

FONCTION PROPRE AU MALE OU FONCTION SPERMATIQUE 163

Testicules (anatomie) 165
Développement et migration du testicule 166
Déductions physiologiques au point de vue des anomalies testiculaires 169
Testicules surnuméraires 169
Synorchidie 169
Anorchidie 169
Absence congénitale du canal déférent, du réservoir séminal, le testicule existant .. 170
Monorchidie et cryptorchidie 171

Sperme 175
Quantité 175
Propriétés physiques 175
Caractères chimiques 175
Caractères microscopiques 176
Spermatozoïdes 177
Étude médico-légale des taches spermatiques 180
Influence des agents physiques et chimiques sur les mouvements des spermatozoïdes 181
Résistance des spermatozoïdes à la putréfaction et aux agents chimiques 182
Composition des spermatozoïdes 182
Du sperme chez l'enfant et chez le vieillard 182
Du sperme dans les maladies 184
— dans les affections générales constitutionnelles 184
— dans la syphilis 185
— dans les maladies aiguës 185
— dans les affections qui atteignent le parenchyme testiculaire 185
— dans les cas d'oblitérations épididymaires, et surtout dans ceux d'épididymites doubles 185
— dans les cas d'hydrocèle 186
— dans les cas de testicules vénériens 187
— dans les cas d'anémie testiculaire 188
Caractères du liquide des kystes dits spermatiques 188
Du sperme dans les cas d'atrophies testiculaires 188
— dans les cas de varicocèle 188
— dans les cas de blennorrhagie 188
— dans les cas de spermatorrhée 189
Moyen de retrouver les spermatozoïdes dans l'urine 189
Nature des spermatozoïdes 189
Rôle des spermatozoïdes 190
Sécrétion testiculaire 191
Développement des spermatozoïdes 193
Excrétion spermatique 201
Trajet du sperme du testicule à la vésicule séminale 202
Vésicules séminales (anatomie) 202
Usage des vésicules séminales 203
Liquide contenu dans les vésicules 204
Conduits éjaculateurs. Canal de l'urèthre (anatomie) 206
Trajet du sperme des vésicules séminales à travers les conduits éjaculateurs et le canal de l'urèthre 209
De l'éjaculation 210
Caractères anormaux de l'éjaculation 210
Érection 211
Son but dans les deux sexes 211
Pénis (anatomie) 212
Mécanisme de l'érection chez l'homme 215
Influence de l'imagination 219
Satyriasis, priapisme 219
Des diverses causes qui influencent l'érection 220
De l'érection chez la femme 223
Appareil de l'érection chez la femme (anatomie) 223

FONCTION PROPRE A LA FEMELLE OU FONCTION OVULAIRE 227

Ovaires et vésicules de de Graaf (anatomie) 227
Développement de l'ovaire 227
Ovule 230
Disque proligère 232
Zone transparente 232
Vitellus 233
Vésicule germinative 233
Tache germinative 233

Des corps jaunes et de leur rapport avec l'ovulation spontanée et la menstruation. 234
Formation des corps jaunes. 237
Oviductes. Utérus (anatomie). 240
Menstruation. 244
Influence de la grossesse et de la lactation sur la menstruation. 245
Des circonstances qui influent sur l'apparition de la première menstruation. 246
Influence du climat et de la latitude. 247
Préludes de la menstruation. 248
Phénomènes qui accompagnent la menstruation proprement dite. 249
Retour périodique des règles. 253
De la cessation des règles. 254
La menstruation est la conséquence du travail ovarique qui se fait mensuellement. 256
Preuves tirées :
1° De l'examen des ovaires après la menstruation et le rut. 257
1° Des expériences faites sur les animaux et des opérations pratiquées sur la femme. 258
3° De l'examen des ovaires de jeunes filles et de vieilles femmes. 259
4° De l'examen de certains faits pathologiques. 261
Mécanisme de la menstruation. 262
Influence des maladies sur la menstruation, et réciproquement. 266
Maladies des ovaires. 266
Maladies de l'utérus. 265
Influence des maladies aiguës fébriles sur les règles et réciproquement. 267
Influence des maladies chroniques sur les règles, et réciproquement. 269
Du rôle de la menstruation à l'égard des affections du système nerveux. 270
De la médication emménagogue en rapport avec les données de la physiologie actuelle. 271
De l'administration des médicaments au moment des règles. 272
Excrétion ovulaire. 274
Rôle de l'ovaire dans la déhiscence de la vésicule de de Graaf. 274
Application à l'hématocèle rétro-utérine. 275
Rôle attribué par quelques auteurs à l'hémorrhagie intra-vésiculaire sur la déhiscence de la vésicule. 275
Du mécanisme de l'adaptation de la trompe. 277
Descente de l'ovule dans la trompe. 279
De la fécondation. 280
Du coït. 280
Influence du coït sur la fécondation. 281
Rôle du sperme dans la fécondation. 282
Transport des spermatozoïdes dans l'utérus, dans les trompes. 283
Du lieu où s'accomplit la fécondation. 285
Du temps le plus propice pour la fécondation. 286
De la pénétration des spermatozoïdes dans l'œuf. 287
Des spermatozoïdes dans l'ovule. 289
Diverses opinions émises sur la procréation des sexes à volonté. 289
De la fécondité et de la stérilité. 292
De la stérilité chez la femme. 296
— chez l'homme. 298
Modifications survenues dans la matrice pendant la grossesse. 298
Hypertrophies de l'utérus. 299
Sensibilité de l'utérus. 299
Contractilité de l'utérus. 301
— en dehors de la grossesse. 302
— pendant la grossesse. 302
Influence de la présence du fœtus à terme. 302
— de la digitale. 302
— des substances emménagogues. 302
— de l'électricité. 302
— de l'acide carbonique. 303
— de l'irritation de la glande mammaire. 303

Modifications de la muqueuse utérine pendant la grossesse 304
Caduque utérine 305
Caduque ovulaire 306
Caduqne utéro-placentaire 307
Muqueuse du col 308

DÉVELOPPEMENT DE L'ŒUF 309

Des modifications de l'œuf jusqu'à l'instant où la fécondation s'opère 309
Retrait du vitellus 309
Formation des globules polaires 310
Déformations et mouvements giratoires du vitellus 312
Formation du noyau vitellin 313
Des modifications de l'œuf depuis la fécondation jusqu'au moment où apparaissent les premières traces de l'embryon 313
Segmentation 314
Formation de la membrane blastodermique 315
De l'œuf des mammifères depuis l'apparition de l'embryon jusqu'à la naissance 316
Tache embryonnaire 316
Amnios 318
Liquide amniotique 319
Chorion 320
Vésicule ombilicale 322
Allantoïde 325
Placenta 327
Cordon ombilical 334
Échanges entre la mère et le fœtus 338

DÉVELOPPEMENT DES ÉLÉMENTS ANATOMIQUES 340

Développement des fibres lamineuses et des corps fibro-plastiques 343
— des fibres élastiques 345
— des cellules adipeuses 346
— des cellules pigmentaires 347
— des cartilages 348
— de la substance osseuse et du tissu osseux 350
— des fibres musculaires 354
— des tubes nerveux et des cellules nerveuses 356
— des vaisseaux capillaires 357
— des épithéliums 358
— des hématies 359
— des leucocytes 360

DÉVELOPPEMENT DES ORGANES DU FŒTUS 361

Des organes qui se développent dans le feuillet externe du blastoderme 362
— — dans le feuillet moyen 363
— — dans le feuillet interne 363
Développement des centres nerveux et des nerfs périphériques 364
Développement de la moelle et du cerveau 364
— des nerfs cérébraux et rachidiens 367
— des nerfs végétatifs 367
— des méninges 367
Développement des organes des sens 367
Développement de l'œil 367
— de l'oreille 369
— de l'organe olfactif 370
— de la peau 370
— de la mamelle 373
— de la notocorde 374
— de la colonne vertébrale 375
— du crâne 376
— de la face 377
— du cou 377

Développement des extrémités 383
— des organes génito-urinaires 385
— des reins 386
— de la vessie 386
— de l'utérus et du vagin 387
— des organes génitaux externes (pénis, clitoris, vulve) 387
Des vices de conformation des organes génitaux externes 387
Développement du tube intestinal et de ses annexes 390
Développement de l'intestin 391
— du foie 392
— du pancréas 392
— du poumon, de la trachée, du larynx 392
Développement de l'appareil circulatoire 393
Première circulation 396
Développement du cœur 397
Des vices de conformation du cœur 398
Développement des artères 400
— des veines 401
Deuxième circulation 404
Troisième circulation 405

LACTATION 407

Mamelles (anatomie) 407
Lactation en dehors des cas de grossesse 410
Mécanisme de la sécrétion lactée 413
Colostrum 414
Lait. Caractères physiques, microscopiques et chimiques 416
Évaluation de la qualité et de la quantité du lait 424
Diverses influences qui agissent sur la lactation 424
Influence de l'âge de la mère 424
— de la constitution de la mère 424
— de la manière de vivre 245
— de l'époque de la lactation 425
— de l'allaitement maternel et étranger 425
— de l'instant où le lait est recueilli 426
— de la nourriture 426
— de la menstruation 427
— de la grossesse 427
— du coït 428
— de l'état moral de la femme 428
Influence des maladies sur la sécrétion du lait, et réciproquement 429
Influence des substances étrangères introduites dans l'organisme 430
Usages du lait 432

FIN DE LA TABLE.

Paris — Imprimerie de E. MARTINET, rue Mignon, 2.

TRAITÉ

DE PHYSIOLOGIE

INTRODUCTION

Parmi les corps répandus dans la nature, il en est qui, soumis aux lois générales de la matière, jouissent en outre de propriétés spéciales. Ce ne sont pas seulement des agrégats moléculaires obéissant aux forces aveugles de l'attraction, de l'affinité, c'est de plus un ensemble plus ou moins complexe de masses matérielles, d'organes à formes toujours bien définies, dont les éléments les plus fins jouissent au moins de la faculté de renouveler incessamment la substance qui les constitue, de croître, et de se reproduire ; à ces corps on a donné le nom de corps organisés, corps vivants, et l'on a réservé le nom de corps inorganiques, de corps inertes, à ceux qui ne sont le siége d'aucune manifestation particulière d'activités.

Les philosophes qui les premiers explorèrent le champ de la nature, embrassèrent dans leurs études à la fois les uns et les autres de ces corps. De là le nom de *physiologie* (φυσις, nature ; λογος, discours) imposé par Aristote à cette science qui s'adressait à l'univers tout entier, et dont Thalès, Anaximène, Héraclite, Diogène, Empédocle, Anaxagore, avaient été les premiers représentants. Mais alors cette science était dans sa période d'enfance, et l'on comprend qu'un seul homme pouvait porter son attention sur l'ensemble des phénomènes qui frappaient ses regards. Avec le temps, elle prit des développements de plus en plus vastes, qui nécessitèrent sa division en un certain nombre de parties, dont chacune avait un but distinct : l'astronomie, la physique, la chimie, la géologie, surgirent successivement comme des branches issues d'un même tronc, tandis que l'on conserva le nom de physiologie à cette partie qui s'occupait exclusivement des corps vivants, c'est-à-dire à la science de la vie (biologie).

La science de la vie est une de celles qui marchèrent avec le plus de lenteur, et cela pour deux raisons : la première, c'est que la physiologie n'est point une science isolée des autres ; subordonnée à la physique et

à la chimie, elle ne pouvait progresser avec quelque rapidité qu'à la condition de trouver en ces dernières un terrain suffisamment fertile pour pouvoir être exploité; or, la physique et la chimie n'ont acquis de matériaux véritablement utilisables qu'à partir des Newton, des Lavoisier, de telle sorte que jusqu'au XVIII^e^ siècle, la physiologie se trouva à peu près exclusivement condamnée à trouver ses ressources dans la médecine, l'expérimentation sur les animaux ayant été à peine pratiquée par quelques médecins, et l'observation n'intervenant que quand le hasard, pour ainsi dire, en fournissait l'occasion.

La seconde cause qui retarda les progrès de la biologie, c'est que pour étudier des corps aussi complexes dans leur manifestation que les corps vivants, il était nécessaire ici, plus que partout ailleurs, que l'esprit humain fût dirigé dans ses investigations par la lumière d'une méthode efficace et sûre. Or pendant une longue série de siècles, l'esprit humain sans règle, sans guide, marcha presque en aveugle; au lieu de songer à analyser les phénomènes de la vie, à les grouper entre eux pour saisir leur relation, à les rattacher à des faits primordiaux, à connaître les conditions dans lesquelles ils apparaissent, on s'occupa presque exclusivement du principe, des causes premières de la vie; avant de connaître le mécanisme de chacun des rouages de la machine animale, on poursuivit la stérile recherche du moteur unique qui l'anime : la synthèse précéda l'analyse. Avec Bacon apparut la vraie méthode scientifique; l'observation est le seul guide auquel on doive s'abandonner pour la recherche de la vérité. Mais observer n'est pas seulement mettre à profit les bonnes fortunes que le hasard nous envoie; l'observation est plus que cela, c'est l'expérimentation. Elle doit interroger, diviser, anatomiser la nature, comme Bacon le dit lui-même, et l'induction faisant suite à l'observation devient le procédé par lequel l'esprit s'élève du particulier au général, des phénomènes à leurs lois, ces lois « qui sont comme des tours auxquelles on ne peut monter qu'en gravissant l'un après l'autre les degrés de l'expérience, mais du haut desquelles on découvre un vaste horizon. »

L'intervention des sciences physico-chimiques d'une part, la subordination de l'investigation à la méthode expérimentale de l'autre, telles sont en réalité les deux causes qui ont concouru à faire de la physiologie une science positive. Grâce à elles, la physiologie n'est plus cette science hypothétique qui, dédaignant de s'arrêter aux manifestations isolées de la matière, s'égarait dans les conceptions fantaisistes de la métaphysique, et créait ces brillantes, mais stériles doctrines, que l'on a comparées à des toiles d'araignée, admirables peut-être par la délicatesse du travail, mais sans solidité et de nul usage. Étudier les phénomènes que présentent les êtres vivants en s'aidant de l'observation et de l'expérience; de la constatation des phénomènes remonter aux conditions de leur existence; réunir en faisceaux les connaissances que l'expérimentation révèle sur un même ordre de faits pour en déduire des lois; abandonner à la théologie et à la métaphysique la recherche des causes premières sur lesquelles l'ob-

servation et l'expérience sont muettes, tel est actuellement le but que se propose la physiologie, but qui ne va pas au delà des limites imposées à l'intelligence humaine, qui ne permet d'accepter une vérité que si elle a subi le contrôle des sens, qui tend enfin à bannir impitoyablement toute idée systématique, si elle ne repose sur les assises solides de l'observation stricte et rigoureuse.

Est-ce à dire cependant que l'on doive, dans ses études physiologiques, passer sous silence les efforts inouïs tentés à toutes les époques à l'aide de moyens imparfaits pour élucider le problème de la vie. Nous ne le pensons pas, et nous croyons qu'avant de savoir comment la vie doit être comprise et étudiée dans l'état actuel de nos connaissances, nous devons jeter au moins un regard rapide sur les errements du passé. Cette revue rétrospective nous permettra de constater la série de phases que la science biologique a dû traverser pour devenir ce qu'elle est aujourd'hui; elle nous permettra d'apprécier les immenses services que lui ont rendus la physique et la chimie, et ceux qu'elle peut rendre à la médecine; enfin elle nous mettra à même, dans l'étude des fonctions, notre sujet principal, d'avoir le pied presque constamment sur le champ de la science moderne, et de la représenter avec le cachet qui la caractérise.

On peut diviser en trois groupes les opinions émises dans tous les temps pour expliquer la vie :

1° La substance des corps vivants, inerte par elle-même, est animée par un principe immatériel qui préside à toutes ses manifestations.

2° La vie s'explique par les lois de la physique, de la chimie, de la mécanique.

3° La matière des êtres vivants possède des propriétés qui sont inhérentes à sa constitution et complétement indépendantes de tout principe placé en dehors d'elle.

Nous décrirons les doctrines qui se rattachent à ces trois idées sous le nom de naturisme, de doctrines physico-chimiques, de doctrines des propriétés vitales.

1° NATURISME.

Le principe supérieur qui, dans cette doctrine, préside à tous les actes de la vie a varié de nom suivant les inventeurs : il a été appelé nature, âme, pneuma, archée, principe vital; peu importe le nom, c'est toujours la même idée revêtue d'une forme différente, c'est toujours une force immatérielle, qui, répandue dans l'univers entier, pénètre les êtres vivants, essentiellement différente des forces de la matière inerte, indépendante de celle-ci, et réglant toutes les opérations de la vie. Le mot de naturisme, employé déjà par M. Bouchut, n'est qu'un terme général, destiné à caractériser l'ensemble des doctrines qui se rallient à cette force, à laquelle Hippocrate avait donné le nom de nature, et que ses successeurs ont cru devoir désigner par d'autres noms.

ANIMISME ANCIEN. — Il faut remonter à l'école de Crotone fondée par Pythagore (av. J. C. 580) pour trouver les premières notions de ce principe. Pour Pythagore, la matière renfermée dans le monde est intimement liée à une puissance active et non intelligente, puissance qu'il appelle le ψυχη. Cette puissance s'unit à une autre puissance intelligente, le νοῦς. De cette union résulte l'âme du monde, qui régit tous les phénomènes de l'univers, ceux qui se passent dans les corps bruts, comme ceux qui se passent dans les corps vivants. L'homme n'est qu'un monde en miniature, ou petit monde (μικροκόσμος), opposé au monde universel (μακροκόσμος). A la mort de l'homme, le ψυχη meurt, mais le νοῦς s'en sépare pour remonter vers l'âme générale, s'unir à elle, puis s'en détache de nouveau pour revenir animer quelque être vivant. On reconnaît là le dogme de la métempsycose ou la transmission de l'âme d'un corps à un autre.

NATURISME D'HIPPOCRATE. — Hippocrate (460 ans av. J. C.) donne, ainsi que nous venons de le voir, le nom de nature à la force qui pénètre l'économie tout entière et préside à tous les phénomènes qu'elle présente, soit à l'état de santé, soit à l'état de maladie. La nature de l'homme n'est qu'une partie de la nature du monde, qui règle et dirige tout dans l'univers, et, avec Pythagore, Hippocrate établit la distinction entre le microcosme et le macrocosme. Il admet, comme Empédocle l'avait déjà fait, quatre éléments constituant le corps humain, la terre, le feu, l'eau et l'air, et quatre humeurs formées par ces quatre éléments, le sang, la pituite, la bile, l'atrabile.

La santé résulte du mélange exact de ces humeurs; la maladie résulte de leur mélange imparfait, ou de l'addition aux humeurs d'un principe morbifique.

La nature a un triple rôle à remplir : dans l'état de santé, elle est formatrice, conservatrice ; dans l'état de maladie, elle est médicatrice.

La maladie, qui ne s'attaque jamais qu'aux éléments, doit être considérée comme une lutte entre la nature médicatrice et la cause morbide; le salut du malade dépend de la force et de la sagesse de la nature. Pour se débarrasser de ce principe morbide qui pénètre les éléments, la nature commence par le cuire ; le temps nécessaire pour cette cuisson s'appelle la période critique; après l'avoir cuit, elle s'en débarrasse par les sueurs, les urines, les selles.

Le rôle du médecin est de surveiller la nature : il doit respecter son travail s'il se fait régulièrement; dans le cas contraire, le seconder par des moyens appropriés. De plus, en vertu de la solidarité qui unit tous les actes normaux ou morbides, il peut, dans un but curatif, provoquer sur un point un travail morbide, qui en déplace un autre plus ou moins éloigné.

Ainsi la nature formatrice, conservatrice, médicatrice, les sympathies physiologiques, les crises, la révulsion, la dérivation, telles sont les bases du naturisme d'Hippocrate, qui ont contribué à immortaliser son nom. Si son principe animateur est purement hypothétique, il faut reconnaître que cette doctrine renferme des vérités incontestables, qui ont traversé les siècles

qui nous séparent de lui sans avoir été pour ainsi dire altérées. Personne mieux qu'Hippocrate n'a compris cette harmonie, ce consensus qui unit tous les actes de l'organisme : « Le corps vivant est un cercle dont on ne peut trouver le commencement ; tout est commencement et fin.....; tout concourt, tout conspire..... Le corps vivant est un tout harmonique, dont les parties se tiennent, restent en état de dépendance mutuelle, et dont tous les actes sont solidaires les uns des autres..... »

Personne non plus ne peut contester ces efforts de l'organisme, qu'Hippocrate rapportait à la nature médicatrice, efforts si utiles à connaître dans l'art de guérir, et qui tendent à rétablir les fonctions accidentellement troublées. Un grand nombre d'affections internes, en effet, ne guérissent-elles pas sans l'intervention du médecin? Son intervention même, dans certains cas, peut devenir funeste, et si l'homœopathie a pu se vanter de quelques succès, c'est qu'en réalité les vrais adeptes de cette doctrine, et ceux-là sont rares, ne font que de la médecine expectante en n'administrant que des substances inertes.

Galénisme. — Pour Galien (131 ans après J. C.), la trame du corps de l'homme et des animaux est constituée par les mêmes principes que ceux du monde extérieur. Ces principes qu'il appelle éléments sont ceux qu'Empédocle, Hippocrate avaient admis : le feu, la terre, l'air et l'eau. A ces quatre éléments correspondent quatre qualités, le chaud, l'humide, le sec et le froid.

Les éléments concourent à la formation des solides, des liquides et des esprits.

Les solides qu'il dénomme parties, sont divisés en similaires et composés : les premiers présentant dans l'économie toujours la même constitution (os, muscles), les seconds possédant une structure essentiellement complexes (œil, rein, etc.); ces derniers sont les rouages des fonctions.

Les liquides sont le sang, la pituite, l'atrabile, la bile ; ils possèdent les mêmes qualités que les solides, seulement telle ou telle qualité primitive des éléments prédomine dans chacun d'eux : le sang est chaud et humide ; la bile jaune est chaude et sèche, la bile noire est froide et sèche ; la pituite est froide et humide.

Quant aux esprits, ils sont au nombre de trois, les esprits naturels, les esprits vitaux, les esprits animaux. Les esprits naturels naissent dans le foie aux dépens du sang ; ils arrivent au cœur par les voies circulatoires et se transforment sous l'influence de l'air qu'ils rencontrent dans ce viscère en esprits vitaux ; ceux-ci parviennent au cerveau, où ils se convertissent en esprits animaux. Ces trois sortes d'esprits exercent sur la matière une action incessante : les esprits naturels président à la digestion, à la nutrition, à l'accroissement des organes, à la génération; les esprits vitaux répandent partout la chaleur et la vie, ce sont les plus importants pour la conservation de l'être; les esprits animaux établissent des rapports entre l'animal et le monde extérieur, ils correspondent à ce que l'on appelle encore de nos jours influx nerveux.

Ces esprits n'agissent pas directement sur la matière, mais bien sur certaines facultés que Galien lui concède. Il reconnait quatre facultés naturelles, l'attractive, la rétentrice, l'altératrice, l'expultrice. La première attire les substances nécessaires à la composition des organes; la seconde les retient; la troisième les altère en leur faisant subir des transformations; la quatrième les expulse. Il admet de plus un grand nombre d'autres facultés secondaires : ainsi la faculté ossifique, pulsative, etc. Enfin esprits et facultés sont subordonnés à un principe supérieur, émané de Dieu, présidant au consensus de toutes les parties de l'organisme.

La santé dépend de l'équilibre qui existe entre les éléments, les humeurs, les esprits, les parties similaires et les parties composées; toutefois une humeur peut prédominer dans certaines limites chez un individu sans qu'il y ait maladie; c'était là la cause des intempéries qui correspondent à ce que nous nommons aujourd'hui tempéraments. La santé dépendait encore de la conservation de l'état normal des solides. Les maladies étaient par conséquent de deux ordres : ou elles étaient dues au changement dans la crase ou le mélange des éléments et de leurs qualités, des humeurs et de leurs qualités; ou elles étaient dues à des modifications de texture, à des changements de rapport des organes.

La thérapeutique de Galien consistait tantôt à délayer les humeurs, tantôt à les épaissir, à les rafraîchir, les échauffer, les purifier ou les évacuer, selon le cas.

Quelques auteurs ont pensé que la doctrine de Galien était tellement différente des doctrines émises avant et après lui, qu'on devait la caractériser non par l'idée fondamentale qu'elle renferme, mais par le nom de son auteur : de là l'expression de *galénisme;* mais en réalité, quoique nous servant nous-même de cette expression, nous devons reconnaître, avec M. Andral, que la doctrine de Galien est une doctrine éclectique : dans ce principe qui régit les esprits et les facultés, ce principe inné de Dieu, on retrouve la nature d'Hippocrate, l'âme de Stahl; dans ce qu'il appelle les facultés de la matière, facultés en vertu desquelles celle-ci attire les matériaux du sang, les retient, les transforme, les expulse, on entrevoit les propriétés vitales de Bichat, c'est-à-dire des forces inhérentes à la matière; enfin, admettant que l'altération des solides peut donner lieu à des maladies et amener le trouble des fonctions, Galien se rapproche de l'organicisme de Rostan.

Ce qu'on doit reprocher à Galien, c'est d'avoir subordonné les propriétés de la matière à des entités que l'expérience n'a jamais démontrées. Mais en lui accordant le pouvoir de posséder en elle-même les éléments de son activité propre, des facultés, Galien mettait au jour une grande vérité que dix-sept siècles laissèrent dans l'ombre, et qui ne devait apparaître lumineuse qu'avec le génie des Haller et des Bichat.

Si l'on se reporte à l'époque de Galien, une telle doctrine résumant les idées fondamentales de toutes celles qui ont été émises depuis lui, à part les doctrines physico-chimiques, doit être considérée comme un véritable

prodige de l'esprit humain. C'est que Galien était un homme universel, connaissant tout ce qui avait été dit et fait de son temps; c'est qu'il avait entrevu la puissance de l'observation et de l'expérience appliquées à la recherche des réalités; il avait disséqué des singes, des cochons, même, a-t-on dit, des enfants trouvés sur la voie publique; il avait de plus ouvert des animaux vivants, premiers pas bien incertains sans doute de la méthode expérimentale appliquée à la science de la vie, mais qui ont suffi pour faire de Galien un des plus grands génies de l'antiquité.

Pneumatisme. — Ce système fut fondé par Athénée de Cilicie (68 ans av. J. C.), et propagé ensuite surtout par Archigène, Arétée. Athénée soutint que le corps, à l'état de santé, était animé par un principe distinct de l'air, quoique combiné aussi avec lui, et qui, disséminé dans l'univers, pénètre en même temps les êtres vivants. Ce principe était le pneuma. Jusqu'ici entre le pneuma et la nature d'Hippocrate, il n'y a pas grande différence. Mais, tandis qu'Hippocrate regardait la nature comme un principe immatériel, incapable de pouvoir être atteint par la maladie, n'ayant qu'un but d'utilité, Athénée regardait le pneuma comme matériel, peu différent de l'air auquel il est combiné, et capable d'éprouver spontanément des troubles, ou d'être contaminé par des influences extérieures.

Toutes les maladies s'expliquent par l'altération du pneuma : L'asthme est la conséquence du pneuma refroidi et humide; l'iléus est dû au pneuma qui s'accumule dans l'intestin. Dans les cynanches (angines), c'est le pneuma altéré qui resserre le gosier, et empêche ainsi le passage des matières alimentaires, liquides ou solides, etc., etc., et les moyens thérapeutiques des pneumatistes tendaient sans cesse à modifier le pneuma malade. Cette doctrine qui s'éteignit à la fin du IIe siècle n'avait en réalité rien de sérieux, les pneumatistes confondant le pneuma avec l'air atmosphérique, c'est-à-dire une des conditions de la vie avec son principe.

Archéisme. — Dans ce système auquel se rattache surtout les noms de Paracelse et de Van Helmont, on donne le nom d'archée (ἀρχή) à un principe qui, dépendant d'un principe général existant dans l'univers entier, se fixe plus spécialement chez les êtres vivants dans l'estomac, et de là dirige tous les actes de la vie.

Paracelse (Philippe-Aurèle-Théophraste Bombast de Hohenheim) (1493-1540) était un homme d'un immense savoir; chimiste avant tout, il était aussi médecin et chirurgien. Il avait acquis ses nombreuses connaissances surtout en voyageant dans les diverses parties de l'Europe, interrogeant, comme il le dit, les docteurs, les baigneurs, les femmes, les alchimistes, les nobles, les paysans, si bien qu'il avait recueilli dans ses pérégrinations une masse de secrets, d'arcanes, qui contribuèrent pour une forte part à sa célébrité future. Mais son orgueil et son impertinence l'emportaient encore sur son savoir. C'est l'étalage pompeux de ses connaissances, au service duquel il mettait un langage métaphorique, mystique, qui lui valut une réputation extraordinaire, et auquel il dut en particulier la faveur d'être appelé à l'université de Bâle.

Le premier jour de son installation, il fit brûler les œuvres de Galien et d'Avicenne : « Sachez, dit-il, médecins, que mon bonnet est plus savant que vous, ma barbe a plus d'expérience que vos académies. Grecs et Latins, Français et Italiens, je serai votre maître. » Et une autre fois, dans un de ces emportements qui lui étaient habituels : « Vous me suivrez et je ne vous suivrai point; vous me suivrez, vous Avicenne, vous Galien, vous Montagna, vous Mésué; vous me suivrez, messieurs de Paris, messieurs de Montpellier, vous Suèves, vous Mesniens, vous de Cologne, vous de Vienne..... Je serai le monarque, la monarchie m'appartiendra. »

Un tel homme ne pouvait manquer, malgré sa grande vogue, de se créer de nombreux ennemis, surtout parmi les érudits; aussi sa vie fut-elle une lutte continuelle qui, sans aucun doute, continua à exalter une imagination naturellement brûlante; et peut-être y a-t-il eu une certaine injustice de la part des générations qui l'ont suivi, en nous montrant Paracelse comme un charlatan sans rival, une bête féroce, un fou, un ivrogne, indigne en tout point de l'attention du monde savant. Si, comme nous allons le voir, sa doctrine biologique n'est, elle aussi, que le reflet d'un esprit exalté, il n'en est pas moins vrai que la médecine doit à Paracelse la connaissance de l'antimoine, l'usage du mercure dans la syphilis, du soufre dans la gale, l'emploi d'un certain nombre de préparations ferrugineuses et opiacées; c'est lui le premier qui a eu l'idée d'extraire les principes actifs ou quintessence des substances, et de les appliquer aux divers états morbides; c'est lui enfin qui a jeté les premiers fondements de la chimie et s'est le premier livré aux analyses. Ces titres ne suffisent-ils pas pour donner à un pareil homme des droits à la reconnaissance plutôt qu'au mépris?

Paracelse était l'élève de Basile Valentin, lequel avait admis un principe résidant dans l'univers entier et qu'il appelait ἀρχὴ. Paracelse fait l'application de cette idée à l'homme. L'archée, pour lui, devient un génie qui établit son siége dans l'estomac, convertit le pain en sang, préside à la séparation des aliments bons et mauvais. Il donne à cet archée des pieds et des mains, qui lui servent à remuer la matière, afin de constituer les humeurs qui vont pénétrer dans le sang. Enfin, il place cet archée sous la dépendance du système planétaire, de là la relation établie entre le grand monde et le petit monde. Dès lors les modifications très-variées qui arrivent dans le ciel retentissent sur l'archée; s'il est mal disposé à les subir, la maladie apparaît, et, pour la combattre, on administre les métaux, qui sur cette terre représentent les astres du ciel : le fer, si la maladie est due à Mars; le cuivre, si elle est due à Vénus; le plomb, à Saturne. Les influences sidérales n'étaient cependant pas les seules qui intervenaient pour régulariser ou troubler les phénomènes de la vie; Paracelse admettait encore une influence vénéneuse, une influence naturelle, une influence spirite, une influence divine. Mais en voilà assez sur une doctrine qui se compose d'une série d'assertions imaginaires, qui ont été décorées si souvent du nom de rêveries.

Van Helmont (1577-1644) fut le continuateur de Paracelse. Comme Hippocrate, comme Basile Valentin, il croit à une force active qui remplit l'univers; comme Paracelse, il place dans l'estomac un archée; mais, contrairement à ce dernier, il n'admet aucune communication entre l'archée et le système planétaire, et le fait dériver de cette puissance répandue dans le monde entier. Cet archée, qui réside dans l'estomac, tient sous sa dépendance une foule d'autres archées subalternes ou blas, actifs, intelligents, siégeant dans les viscères et unis intimement à la matière. Du concours harmonique de ces blas résulte la santé; mais, si l'un d'eux éprouve un caprice, et que l'organe où il réside résiste sérieusement, la maladie commence : c'est alors que le grand archée intervient, s'unit à tous les autres contre le rebelle pour le faire rentrer dans l'ordre. L'archée agitait aussi sur d'autres principes qu'il appelle ferments : « C'est en agissant sur ces ferments, dit-il, que l'archée allume la vie, qu'il préside au développement successif de l'organisation, et qu'il entretient tous les phénomènes qui en sont la conséquence, le résultat, la loi. » L'archée réside même dans la semence avant la fécondation : « L'agent, c'est la force séminale, l'archée ou le principe créé de Dieu qui fait qu'une chose est et devient spécifiquement ce qu'elle doit être : chaque animal, comme chaque végétal, comme chaque minéral, a un ouvrier, un vulcain, une aura cachée ou principe recteur qui constitue le noyau spirituel de l'objet, et dont les éléments extérieurs ne sont que l'écorce et la gousse. C'est donc l'archée qui opère dans la matière séminale le travail générateur, qui se revêt d'un vêtement corporel, qui règle les formes, les proportions, les instincts du nouvel être, et qui transforme tout le corps d'après un type ou son image. »

La thérapeutique de Van Helmont était fondée sur la vertu des principes actifs que chaque substance devait renfermer : les plantes, les pierres n'existaient pas en vain sur la terre; elles devaient répondre à un besoin pour l'humanité. Enfin, c'est par l'action du feu qu'il croyait pouvoir découvrir les principes actifs de chaque substance, aussi s'intitula-t-il philosophe par le feu (*philosophus per ignem*).

La gloire de Van Helmont, pas plus que celle de Paracelse, ne doit pas tenir de sa doctrine biologique; nous ne pouvons partager l'opinion de ceux qui la regardent comme la souche de laquelle sont sortis le principe vital de Barthez, les propriétés vitales de Bichat. Mais, le premier, il s'est servi de la balance dans les expériences de chimie; il distingua, parmi les gaz, le gaz sylvestre ou acide carbonique; il appela l'attention sur les ferments, chercha à résoudre l'urine en ses principes. Voilà les vrais et les seuls titres de Van Helmont.

Animisme de Stahl. — Stahl naquit en 1660; il vivait du temps de Hoffmann. Celui-ci, installé à la petite faculté de Halle par Frédéric, alors électeur de Brandebourg, l'attira près de lui pour occuper une chaire parallèle, regardant Stahl comme l'homme le plus capable de donner à l'enseignement de cette école l'éclat que le futur prince de Prusse

désirait très-ardemment pour elle. C'était là un généreux sentiment de la part de Hoffmann, car il savait que les idées de Stahl étaient en opposition avec les siennes, et qu'il créait à ses côtés un rival dangereux pour sa propre réputation.

A l'époque où vivait Stahl, les médecins formaient deux camps assez distincts : les uns, avec Borelli, voulaient expliquer tous les phénomènes de la vie par les lois physiques et mécaniques; les autres, avec Sylvius de le Boë, par les lois de la chimie. Après avoir fait une étude profonde de la physique, de la chimie, de l'anatomie, étendu même le champ de ces sciences par des découvertes importantes, il proclama que les lois qui régissent la matière inanimée n'étaient point applicables aux êtres vivants, et que les connaissances sur la structure et la texture des organes n'étaient d'aucune utilité pour le médecin. Mais Stahl vivait à une époque où la piété était fort en faveur; saint Thomas faisait alors loi en théologie; les organes n'étaient considérés que comme des instruments de l'âme pour la fin voulue par le Créateur. Or, Stahl participait, lui aussi, à l'enthousiasme religieux de son temps, comme l'atteste le commencement de ses ouvrages, où il invoque constamment Dieu, comme l'attestent aussi les points quasi fondamentaux de sa doctrine. L'animisme qu'il créa est donc, comme l'a fort bien dit M. Bouchut, une manifestation de l'esprit chrétien, le porte-voix des idées religieuses de l'époque.

Pour Stahl, la matière qui entre dans la constitution des êtres vivants est essentiellement passive par elle-même, et ne devient active que par une force radicale : l'âme. Cette force est immatérielle, intelligente; elle a la faculté d'acquérir des idées, et de diriger, d'après des lois immuables, toutes les opérations du corps : la nutrition, la digestion, les sécrétions, etc. Privé de l'âme, le corps n'est plus qu'un agrégat soumis aux lois de la matière et voué à la décomposition, à la putréfaction. La vie, par conséquent, pour Stahl, est la conservation d'un corps éminemment corruptible, c'est-à-dire la faculté ou la force à l'aide de laquelle ce corps est mis à l'abri de l'acte corrupteur; la santé, c'est la puissance d'exercer régulièrement les fonctions; et le corps n'est qu'un simple instrument, un *mécanisme* qui, pour fonctionner, a besoin de l'âme, comme l'horloge, pour marquer les heures, a besoin de la main de l'horloger qui la remonte. Enfin le mécanisme uni à l'âme constitue l'*organisme*.

Mais l'âme, pour présider aux phénomènes de la vie, n'agit pas directement sur la matière; elle accomplit son œuvre par le mouvement, mouvement lent, imperceptible. C'est le mouvement « qui sert à l'élimination des matières hétérogènes et à leurs perpétuelles séparations de tout ce qui est étranger et nuisible, de tout ce qui est vicié et pur, afin que, par cette séparation incessante et par cette séparation soigneuse et préalable, le corps de l'homme soit perpétuellement conservé dans la plus parfaite intégrité. » Le cœur est soustrait à l'influence de l'âme; il bat malgré elle; pour produire le mouvement, l'âme agit sur un ensemble d'appareils,

sorte de tissu spongieux (système capillaire) auquel aboutit la grande circulation.

Enfin, Stahl s'applique à montrer l'importance relative de la substance matérielle et immatérielle : « Je suis donc fortement convaincu, et je pose pour fondement de toute ma doctrine, que le corps humain est simplement et naturellement organique, et qu'il est l'instrument ou l'officine de l'âme raisonnable. Devant être formé et conservé en vue des besoins de l'âme, le corps doit, sous tous les rapports possibles, être gouverné par des mouvements sagement proportionnés et directement appropriés à une fin désirée, vers laquelle ils conspirent sans cesse. »

« D'où résulte, d'une manière réciproque et différente, l'efficacité morale et affective des périls du corps sur l'âme et l'efficacité pathético-physique de l'âme sur le corps, tant dans la structure et la formation que dans l'usage et le mouvement de ce même corps; d'où résulte enfin cette puissance efficace de l'âme sur le corps, en vertu de laquelle il est préservé de dangers si divers ou délivré des maux qui l'ont déjà atteint. » Enfin Stahl prétend que, si l'âme vient à faire quelques fautes dans la direction du corps, elle le doit au péché originel qui l'a frappée de déchéance.

L'âme remplit, en pathologie, un rôle de protection; elle veille à ce que les organes luttent contre les causes morbides qui l'atteignent; elle tend à débarrasser le corps de l'excès de sang ou d'humeur qu'il peut contenir. La thérapeutique était très-simple : dans la fièvre, on devait s'abstenir de tout traitement, la fièvre n'étant que la réalisation d'un effort spontané de l'âme contre la maladie. Les émissions sanguines, les purgatifs, les soins hygiéniques, tels étaient les principaux moyens que l'on mettait en usage pour seconder les efforts de l'âme.

Nous renvoyons la réfutation de la doctrine de Stahl à la doctrine suivante, qui n'est pour ainsi dire qu'une variante de l'animisme.

Vitalisme de Barthez. — Barthez (1734) fut le créateur d'une doctrine qui, depuis lui, ne cessa de régner à l'école de Montpellier, avec quelques modifications toutefois. « On manque, dit-il, aux règles de la vraie et saine méthode philosophique, quand on assure que l'âme seule produit dans l'homme, et la pensée et les mouvements vitaux »; et il dédouble l'âme pour faire, d'une part, un principe qui régit les phénomènes intellectuels, principe auquel il conserve le nom d'âme, et d'autre part, un principe qui dirige tous les autres actes de la vie, le principe vital, complétement distinct de la substance corporelle. « Il ignore complétement si le principe vital est une substance ou seulement un mode du corps humain vivant, peu importe le nom qu'on lui donne : force vitale, cause de la vie, puissance vitale, être vivant, système vivant; l'appelant principe vital, il ne veut désigner par là qu'une puissance qui domine tous les mouvements vitaux », et il avertit que s'il lui arrive quelquefois de personnifier ce principe, c'est pour la facilité de langage, ne pouvant déterminer en quoi que ce soit sa vraie nature.

Barthez concède à son principe vital des forces motrices et des forces sensitives.

Les forces motrices sont :

1° La contractilité ou force de resserrement.

2° La faculté d'élongation. Barthez supposait que le principe vital avait le pouvoir d'allonger la fibre musculaire.

3° La force de situation fixe, force qui met le muscle dans un état tel qu'il ne peut, par une influence extérieure, ni être allongé ni être raccourci, comme dans le cas où les deux mains, appliquées sur un corps orbe, ne peuvent être déplacées de leur position par rapport à ce corps, quoique celui-ci ne soit pas serré.

4° La force tonique, qui se manifeste par exemple dans le phénomène de la chair de poule.

Quant aux forces sensitives, Barthez en reconnaissait de deux espèces : l'une, qu'il appelait sensibilité locale, ne s'accompagnait pas de perception; l'autre, qu'il appelait sensibilité avec perception, était ressentie et appréciée par l'animal.

Barthez est, sans aucun doute, un des hommes qui ont fait le plus d'efforts pour l'application de la méthode à la physiologie générale. Après s'être fortement imbu des idées de Bacon sur les moyens de raisonner, il recommande d'observer d'abord les faits, puis de les coordonner entre eux pour en tirer des lois, de s'élever des lois aux forces qui les dominent, de s'élever enfin des forces à la force unique qui les régit. L'erreur que commettait Barthez dans les conseils qu'il donnait sur la méthode, c'était de croire que l'on pouvait passer par une sorte de gradation insensible de la constatation d'un phénomène à la détermination des causes secondes, des causes secondes à la connaissance d'une cause première. Toute cause première ne pourrait être connue que si, entre elle et les phénomènes dont on recherche la nature, on trouvait des intermédiaires reliés les uns aux autres de la façon la plus étroite; or des phénomènes observés on passe en général plus ou moins facilement par la voie expérimentale à une ou plusieurs causes prochaines, qui ne sont autres que les conditions de manifestation des phénomènes; mais au delà, on rencontre forcément un vide que l'on ne peut franchir que par un effort d'imagination; franchir ainsi ce vide, c'est rompre avec la science exacte ou au moins la dénaturer par des hypothèses sans fondement. A la vérité, Barthez paraît, quand il trace les règles de la méthode, peu s'inquiéter de la nature de son principe vital; mais enfin une abstraction, un *x* algébrique ou un principe qui est distinct du corps et de l'âme, qui, ici est absolu de manière à ne pas [illegible] en lui est la cause de toutes les maladies, dans un autre endroit se réunit au principe de l'univers.

Il est facile de reconnaître que la doctrine de Stahl et celle de Barthez sont inférieures par leur conception de tous les systèmes que nous décrivons sous le nom général de naturisme. La nature des êtres vivants est

passive et ne reçoit l'animation, la vie, qu'à la faveur d'une force indépendante de sa constitution.

Au temps de Stahl et de Barthez, l'expérimentation sur les animaux était à peu près inconnue : l'un et l'autre, mettant à contribution, d'une façon presque exclusive, l'observation clinique, manquaient, on peut l'affirmer, des matériaux véritablement indispensables pour la solution de ces grandes questions biologiques. A la vérité, Haller, qui peut être considéré comme le vrai fondateur de la physiologie expérimentale, vivait du temps de Barthez; mais Barthez aurait-il accepté des leçons ou même de simples expériences du grand physiologiste, lui qui pensait, au dire de Desgenettes, que Haller était jaloux de sa gloire? Du reste, si l'expérimentation avait conduit Haller à soutenir, contrairement à Barthez, que la nature des êtres vivants possédait des propriétés immanentes à la matière, elle était loin d'avoir dit son dernier mot à ce sujet, et ce n'est guère que de nos jours que les preuves tirées de cette source devaient abonder pour mettre hors de doute cette grande vérité. Comment aujourd'hui ne pas admettre que la matière doit ses propriétés à sa constitution même, quand, par exemple, en injectant du sang défibriné au contact de l'air dans les artères d'un cadavre rigide, on fait réapparaître une contractilité que la mort avait anéantie? Dira-t-on que les globules chargés d'oxygène ont ressuscité dans les muscles la partie de l'âme ou du principe vital qui régit la contractilité? Mettra-t-on en question ces mêmes entités, quand il s'agira d'expliquer comment le périoste, transporté d'un animal à un autre, reprend sa vie et sa fonction sous le tissu cellulaire de ce dernier; comment la queue d'un jeune rat transportée sur le dos d'un animal de la même espèce continue à vivre et à se développer, comme si elle avait toujours appartenu à ce dernier; comment la queue d'un têtard, séparée de la tête, persiste dans son développement pendant un certain temps, malgré la séparation de cet appendice; comment les tronçons d'une planaire, divisés en long ou en travers, reproduisent un animal semblable à celui qui a été divisé? Peut-on véritablement admettre, dans tous ces cas, l'intervention de ce principe vital, de cette âme, qui rendaient solidaires toutes les parties des organismes, représentaient ainsi, au dire de leurs partisans, l'unité indivisible?

Un animal asphyxié, qui revient à la vie après qu'on lui a restitué de l'oxygène, dont il avait été privé momentanément, n'a certainement pas utilisé cet oxygène pour l'alimentation du principe vital, pas plus qu'un animal chez lequel, après avoir déterminé la mort par la soustraction d'une certaine quantité de sang, la vie réapparaît par l'opération de la transfusion; dans l'un et l'autre cas, l'animal a reçu un gaz nécessaire à l'entretien et à la persistance des propriétés du tissu nerveux et musculaire. Les poisons qui, introduits dans l'économie, vont atteindre, l'un le bulbe, l'autre la moelle, l'autre le cœur, l'autre les nerfs périphériques moteurs, ces poisons ne tuent pas évidemment le principe vital, comme le soutenait Barthez, mais ils agissent sur tel ou tel tissu, et apportent ainsi un trouble

dans les propriétés de ces tissus, et, par conséquent, une perturbation dans les fonctions des appareils que ces tissus desservent. Enfin, quand un instrument vient atteindre le bulbe dans un point très-limité, appelé nœud vital, cette mort assurément est due à la cessation des propriétés dont jouissent les éléments nerveux de cette partie de l'encéphale, propriétés qui régissent les mouvements respiratoires et cardiaques ; s'il n'en était pas ainsi, si le principe vital était atteint mortellement, il faudrait donc admettre qu'il se localise en certains endroits fort circonscrits, ce qui est impossible à admettre avec l'idée que les vitalistes se font de ce principe.

Si la science médicale n'avait rien à gagner ou même rien à perdre avec ces hypothèses de l'âme, du principe vital, on comprendrait moins cette opposition qui leur est faite par tous les partisans de la méthode expérimentale, opposition telle, qu'elle est aujourd'hui considérée par quelques doctrinaires comme une sorte de parti pris. Mais en réalité la science médicale risque tout avec de telles hypothèses.

Le but de cette science est de conserver la santé et de guérir la maladie ; or le médecin, on se le demande, peut-il réellement avoir la prétention de pouvoir agir sur ce principe immatériel qui lui est complétement inconnu, par des moyens qui, en ses mains, ne peuvent être que matériels? Peut-il réellement croire qu'il aidera efficacement l'âme à débarrasser l'organisme de la cause morbide qui l'opprime par tel ou tel médicament, qu'il favorisera ses efforts dans un sens ou dans un autre, quand il ne possède nulle idées sur la nature de ce principe? Non, le médecin, quoi qu'il fasse, n'agira jamais que sur la matière. A coup sûr, quand il guérit les manifestations de la syphilis à l'aide du mercure, il n'atteint pas le principe vital, mais il atteint et modifie avec cet agent des principes immédiats altérés par le virus; quand il administre des antispasmodiques, des narcotiques, ces substances agissent sur les éléments du tissu nerveux, et tendent ainsi à ramener dans leur état normal les propriétés de ce tissu momentanément altérées ; s'il retire des avantages de la térébenthine dans les affections catarrhales de la vessie, du copahu dans la blennorrhagie, c'est parce que ces substances, après avoir passé par les reins, arrivent sur la muqueuse vésicale et la muqueuse uréthrale et exercent directement sur elles une action modificatrice. Une injection de teinture d'iode dans la tunique vaginale, dans une synoviale articulaire, préalablement distendues par de la sérosité, n'aboutit point non plus à un autre résultat. Enfin, que le médecin purge, qu'il saigne, c'est et ce ne peut être jamais qu'à la matière qu'il s'adresse.

Les doctrines vitalistes et animistes ont donc comme conséquence fâcheuse d'éloigner toute thérapeutique rationnelle, et de livrer la médecine à un empirisme aveugle.

Une conséquence non moins fâcheuse des doctrines stahliennes et barthéziennes, c'est qu'elles conduisent nécessairement leurs adeptes au dédain des sciences physico-chimiques et de l'anatomie. Et en effet, qu'est-il besoin de connaître la physique et la chimie, l'anatomie de struc-

ture et de texture, disait Stahl, puisque les forces et la matière des êtres vivants diffèrent des forces et de la matière des êtres morts ou des corps inorganiques; puisque l'âme, en s'unissant au corps, lui donne des propriétés qui font de lui un instrument animé par conséquent essentiellement différent de celui que représente le cadavre, le corps mort. Encore un peu la physiologie serait simplifiée à un point tel, qu'il n'y aurait plus grande étude à faire de cette science, l'âme et le principe vital pouvant rendre compte de tous les phénomènes biologiques.

Il serait aujourd'hui presque déplacé de reprocher amèrement, au moins à Stahl et à Barthez, ce dédain pour les sciences physico-chimiques et pour l'anatomie de structure. De leur temps ces sciences étaient encore dans les langes, entourées de la plus grande obscurité, et bien faites pour les hautes prétentions que quelques-unes affectaient de détourner les esprits sérieux de cette direction. Trop souvent, dans le jugement que l'on a porté sur les doctrines, on ne s'est pas reporté à l'époque de leur apparition. Si Stahl avec son génie, Barthez avec ses immenses capacités, avaient vécu de nos jours; si, surtout, ils s'étaient enquis, comme ils l'ont fait, de toutes les connaissances du temps, sans doute leur impulsion aurait été tout autre, sans doute ils ne se seraient point laissé entraîner à ces conceptions imaginaires qui éloignent si facilement l'homme de la réalité. Le reproche de négliger l'histologie, la physique, la chimie, doit donc s'adresser plutôt aux rares contemporains qui sont encore les adeptes des systèmes que nous venons d'étudier; on pourrait ajouter à ce reproche celui de peu se préoccuper de l'état de la science biologique moderne. Le silence qu'ils gardent à propos de chacune de ces sciences est un aveu tacite de l'abandon qu'ils en ont fait. Qu'au lieu de rester dans les hauteurs de la métaphysique, ils descendent à terre, qu'ils remuent la matière morte et vivante, qu'ils l'interrogent sous toutes les formes, qu'ils passent successivement par l'amphithéâtre de dissection, le laboratoire du physicien, du chimiste, de l'histologiste, du physiologiste, enfin par l'hôpital, et ils deviendront ce que sont devenus de nos jours, sans exception, tous les hommes qui ont fait de ces établissements leurs demeures les plus habituelles.

2° DOCTRINES PHYSICO-CHIMIQUES.

A peine la chimie et la physique étaient-elles constituées comme sciences, qu'elles se crurent en droit de rapprocher les phénomènes qui se passent chez les êtres vivants de ceux qui se passent dans le monde inorganique. Alors naquirent les doctrines iatro-chimiques et iatro-mécaniques.

IATRO-CHIMIE (χημεία, chimie; ἰατρική, médecine). — Nous avons vu que Van Helmont avait, dans sa doctrine, fait jouer aux actes chimiques un rôle important; mais il plaçait ces actes sous la dépendance d'une puissance supérieure. C'est Sylvius le Boë (1492-1556 après J. C.) qui, le

premier, emprunta à la chimie exclusivement les éléments d'un système biologique, et créa la médecine humorale, à laquelle on a donné souvent le nom de chimiatrie. Ici, chez l'homme sain comme chez l'homme malade, tout est rapporté à des phénomènes chimiques, à des fermentations, des distillations, des effervescences. La cause de la vie réside dans les réactions qui se passent au sein des liquides; les solides ne sont que des instruments destinés à contenir ceux-ci. La digestion est une fermentation due au mélange de la salive avec le suc pancréatique, le chyle est l'esprit volatil résultant de cette fermentation ; le cerveau distille le sang pour produire les esprits vitaux, comme un alambic distille l'alcool ; les mouvements du sang sont réglés par l'effervescence du fluide volatil huileux de la bile et l'acide dulcifié de la lymphe; ces principes, lorsqu'ils se rencontrent dans le cœur, produisent une fermentation puissante qui développe la chaleur vitale et liquéfie le sang; le lait résulte d'une modification que le sang a éprouvée dans les mamelles, sous l'influence d'un acide très-doux, etc., etc.

Quant aux maladies, elles résultent toujours d'un trouble dans les actes chimiques, trouble qui produisait l'âcreté tantôt acide, tantôt alcaline, et si la maladie présentait de nombreuses variétés, celles-ci tenaient aux modifications que lui impriment les ferments. Enfin, les maladies étaient traitées par des réactifs chimiques : on opposait les acides aux alcalis, les alcalis aux acides; on gorgeait les malades de drogues, de sels, d'élixirs, dans le but de neutraliser les actes chimiques anormaux.

Iatro-mécanique. — Quelque temps après l'installation du système chimiatrique, quelques médecins, entraînés par la philosophie de Descartes, qui expliquait la vie par la forme et le mouvement des atomes, voulurent subordonner celle-ci exclusivement aux lois physiques, comme les iatro-chimistes avaient voulu la subordonner aux lois chimiques. De là la doctrine iatro-mécanique, appelée aussi quelquefois iatro-mathématique, parce que cette école se flattait de soumettre les phénomènes de la vie aux rigueurs du calcul, doctrine qui eut pour adeptes surtout Borelli (1608-1679), Pitcairn (1652-1713), Keill (1679-1719), Hales (1678-1761), Bernouilli (1700-1783). L'appareil circulatoire était une machine hydraulique, dans laquelle le cœur faisait l'office d'une pompe à la fois foulante et aspirante ; on évaluait la force qui fait contracter le cœur à 180000 livres, défalcation faite de la perte éprouvée par les frottements. Le diamètre, les plicatures, le nombre des vaisseaux des organes sécréteurs servaient d'éléments pour expliquer la nature diverse des réactions ; la force de l'estomac s'élevait à 12951 livres; la chaleur était le résultat des frottements des globules sanguins contre les parois vasculaires; les dents étaient comparées à des cisailles, l'estomac à une bouteille, les viscères à des cribles, les muscles à des ressorts, l'économie tout entière à une vaste machine pourvue d'appareils destinés à des usages absolument mécaniques.

La thérapeutique, elle aussi, reposait sur des données mécaniques et

physiques, quelquefois chimiques. Ainsi on visait toujours à rendre aux solides leur degré normal d'élasticité, de force, à maintenir le sang dans son état de liquidité, à prévenir les engorgements, à délayer ou épaissir le sang, la lymphe, suivant le cas.

Ces doctrines marquent les premiers efforts de l'homme pour soumettre les corps vivants aux lois de la matière ; il n'y a donc pas lieu de s'étonner que ces premiers efforts aient été infructueux. Que pouvait, en effet, une chimie qui ne reconnaissait comme éléments des corps que le soufre, le mercure, le sel, éléments que Paracelse avait substitués à l'eau, la terre le feu, l'air de Pythagore. Et par ces mots de soufre, sels, mercure, on n'exprimait même pas des corps particuliers : le soufre était ce qui brûle et ce qui déflagre ; le mercure ce qui fume et se sublime ; le sel ce qui est solide et à l'état terreux. Aussi l'école iatro-chimique n'eut qu'une courte existence ; elle périclita sous les coups de la critique de Riolan (1577-1655), et la découverte de Harvey (1578-1687), que Sylvius défendait cependant avec beaucoup d'ardeur, acheva sa ruine.

La doctrine iatro-mécanique faillit être plus tenace ; elle se présentait en effet avec un semblant de vérité, sur certains points du moins, bien propre à entraîner la conviction à l'époque où elle apparaissait ; on en jugera par les explications qu'elle donnait de la chaleur animale et par les conséquences qu'elle en tirait : La chaleur résulte du frottement du sang contre les parois des vaisseaux ; l'agent de la chaleur c'est le globule du sang, parce qu'il est plus sulfureux, plus combustible. — Le siége de la chaleur est le poumon, parce que le calibre des capillaires du poumon est plus petit que le calibre des capillaires de l'économie, les frottements par conséquent sont exagérés dans ce viscère ; de ces frottements considérables dans le poumon résulte aussi le changement de coloration du sang. — L'air qui arrive au poumon sert à rafraîchir le sang ; s'il n'en était point ainsi, la température s'élèverait suffisamment pour amener la putréfaction. — Les animaux supérieurs sont plus chauds parce que leur sang est plus riche en globules et parce que la circulation est plus rapide. — Si les animaux à constitution robuste ont plus de chaleur, c'est qu'ils ont plus de globules dans le sang ; si les exercices du corps produisent plus de chaleur, c'est qu'ils accélèrent la circulation. — Dans la fièvre, le sang s'épaissit parce qu'il se charge de matières morbifiques et grossières, de là la stase ; le frottement est, par conséquent moindre, la chaleur diminue, il y a frisson ; puis le cœur lutte contre cette stase ; quand l'obstacle est vaincu, le frottement contre les vaisseaux devient plus considérable et la température s'élève. — Dans l'infection purulente, il y a absorption de matières grossières, de là obstruction des vaisseaux, de là stase, de là frisson, jusqu'à ce que le cœur prenne le dessus, augmente la circulation, le frottement, la chaleur. — Mais de telles opinions sur la chaleur animale ne devaient avoir non plus qu'une durée éphémère, car déjà Stevenson (1620) indiquait que la chaleur était due à des mutations des liquides et des aliments. Hamberger

plus tard (1697-1755) assimilait la chaleur produite chez les êtres vivants à celle qui résulte de combustions lentes, comme celles qui se passent au sein des fourrages et des fumiers ; enfin, peu après, le grand Lavoisier (1743-1794) démontrait que la production de chaleur était due à la combustion du carbone du sang par l'oxygène, que la fonction respiratoire introduit dans l'économie.

Depuis les derniers sectateurs de ces deux doctrines, la chimie et la physique marchèrent d'un pas rapide dans la voie du progrès, et plus elles avancèrent, plus on dut reconnaître que si la matière organique était régie par des lois spéciales, elle n'était point soustraite aux lois physico-chimiques du monde extérieur. Exceptons pourtant une époque, celle où vivait Bichat, Bichat qui, à l'exemple de Stahl, proclamant de la façon la plus énergique l'indépendance de la physique et de la chimie par rapport à la biologie, faillit interrompre cet élan donné aux applications de la chimie à cette dernière science par le génie de Lavoisier. Mais, après Bichat, Dulong, Despretz, etc., continuaient l'œuvre du grand chimiste.

D'autre part, en 1826, Dutrochet découvrait l'endosmose, et cette découverte ne fut pas moins grande pour la biologie que celle de Lavoisier, car à la théorie des bouches absorbantes douées de sensibilité et de contractilité organiques, invoquée pour expliquer le passage des substances liquides à travers les tissus vivants, on dut substituer la théorie purement physique des courants endosmotiques et exosmotiques.

Enfin trois grandes questions, nées à peine d'hier dans le domaine de la chimie et de la physique, ont ouvert à la physiologie un vaste champ d'application : nous voulons parler de l'analyse, de la synthèse organique et de la corrélation des forces. Ces questions ont trop d'importance, et nous aurons trop souvent besoin d'y recourir pour que nous n'entrions pas dans quelques détails à leur sujet.

Au fur et à mesure que la chimie progressait, que le nombre des corps simples connus augmentait, on comprit l'importance qui se rattachait à l'étude chimique des parties constituantes des corps organisés, c'est-à-dire des principes immédiats, et entre les mains de Fourcroy, Vauquelin, mais surtout de MM. Chevreul, Gay-Lussac, Dumas, Robin et Verdeil, l'analyse de ces principes ne tarda pas être approfondie. Dans cette séparation savante des affinités naturelles qui unissent entre eux des éléments ayant fait partie d'un organisme vivant, il fut facile de reconnaître que la vie ne crée aucun élément nouveau, que la matière puisée par les êtres vivants dans le monde extérieur se retrouve dans leurs parties constituantes, que cette matière peut entrer dans mille combinaisons différentes, mais qu'elle est indestructible. Ainsi se trouva confirmée de nos jours cette grande vérité signalée pour la première fois par Newton, le poids est la matière.

Restait à opérer le travail inverse, mettre les corps élémentaires de la nature en présence, et voir si avec ces corps on pouvait reproduire la

molécule organique; en un mot, restait à faire la synthèse. Pendant longtemps les chimistes pensèrent que la synthèse n'était applicable qu'aux substances minérales, et que l'intervention seule des forces organiques pouvait réaliser la formation des principes immédiats. Wöhler cependant, en 1828, avait pu reproduire de l'urée, mais Berzelius s'efforçait d'amoindrir la portée de cette découverte en faisant remarquer que cette substance « était placée sur la limite entre la composition organique et la composition inorganique ». Si bien qu'en 1844, Gerhard pensait encore que la formation dans les corps organisés de ces principes était due « à l'action mystérieuse de la force vitale, action opposée en lutte continuelle avec celle que nous sommes habitués à regarder comme la cause des phénomènes chimiques ordinaires ». A M. Berthelot revient l'honneur d'avoir prouvé que la synthèse peut s'appliquer à la formation artificielle de la plupart des corps qui font partie du monde organique. En prenant pour point de départ les éléments de l'air et de l'eau, l'oxygène, l'hydrogène, l'azote, le carbone, il a composé artificiellement des carbures d'hydrogène, des alcools, des graisses, des alcalis analogues à la morphine, la quinine, la nicotine, l'urée, la taurine, le sucre de gélatine, la leucine, l'acide hippurique, etc., etc. A la vérité, M. Berthelot n'a pas fait encore de l'albumine, de la fibrine, mais il a pu créer artificiellement un si grand nombre de substances organiques, qu'il n'y a plus lieu aujourd'hui de désespérer sur ce point. Et l'on peut aujourd'hui admettre sans conteste, que l'affinité qui préside à la formation des corps inertes préside aussi à la formation des principes des corps vivants.

Tandis que les chimistes démontraient l'indestructibilité de la matière, les physiciens, de leur côté, démontraient l'indestructibilité des forces; ils faisaient voir que la gravité, la cohésion, l'affinité, la chaleur, l'électricité, le magnétisme, reproduisent dans l'univers une somme de forces qui reste toujours invariable, que ces forces pouvaient se transformer les unes dans les autres, mais qu'elles ne s'anéantissaient jamais. Les physiciens faisaient plus encore. En vain quelques chimistes avaient soutenu que le dernier terme de la matière était représenté par des particules infiniment petites, par des atomes toujours identiques quant à leur nature, et que la forme des corps dépendait uniquement du mode de groupement de ces atomes; cette opinion, n'étant qu'une pure hypothèse, n'eut pas grand retentissement. Mais les physiciens arrivèrent par la voie expérimentale à démontrer que toutes les forces de la nature pouvaient être ramenées à l'unité, en ce sens que toutes ces forces, qui peuvent se transformer les unes dans les autres, ne sont en réalité que des formes différentes du mouvement, et réalisent des effets mécaniquement équivalents.

C'est en étudiant les lois et les rapports de la chaleur que l'on a surtout rendu évidente la dépendance mutuelle de toutes ces forces, et que l'on est parvenu à leur trouver une commune mesure dans le travail qu'elles peuvent accomplir. Depuis longtemps on savait que tout frottement

était une cause de chaleur; mais ce phénomène était considéré comme accessoire, jusqu'en 1804, époque où Rumford émit l'opinion que la chaleur n'était qu'une transformation du travail accompli lors du frottement. Rumford avait observé l'échauffement de l'eau jusqu'à l'ébullition, en faisant tourner une barre de bronze sur une autre barre dans l'eau;, tant que la barre tournait, la chaleur se dégageait indéfiniment. On ne pouvait attribuer le dégagement de la chaleur, ni à la décomposition de l'eau, ni à une foule d'autres phénomènes concomitants; montrant aussi que cette chaleur sortait indéfiniment des barres frottantes, il montrait en même temps que la chaleur ne pouvait pas être une matière, comme on avait de la tendance à l'admettre avant lui, mais qu'elle était du mouvement.

L'expérience de Rumford fut reprise à notre époque par M. Joule: il faisait tourner une petite roue à palettes dans une masse d'eau, le mouvement était donné par la chute d'un poids; le travail correspondant à la rotation était mesuré facilement; l'échauffement de l'eau s'observait directement au thermomètre. M. Joule trouva de cette façon que l'équivalent mécanique de la chaleur était représenté par 424 kilogrammètres, c'est-à-dire qu'une calorie ou unité de chaleur, ou bien la quantité de chaleur capable d'élever d'un degré un kilogramme d'eau est capable de soulever 424 kilogrammes à un mètre de hauteur. Si Rumford et M. Joule furent les physiciens qui eurent surtout l'honneur d'appeler l'attention des savants sur la théorie mécanique de la chaleur, on ne doit pas oublier que MM. Meyer, Rankine, Helmholtz, Holtzmann, Clausius, Hirn, prirent aussi une très-grande part à cette découverte, et qu'elle a trouvé dans le corps enseignant en France surtout deux habiles défenseurs, Verdet et M. Gavarret. C'est dans les belles leçons de ce dernier professeur, faites dans le semestre d'hiver 1866-67, que nous avons puisé notre conviction à ce sujet, et nous ne croyons mieux faire dans ce qu'il nous reste à en dire d'utiliser amplement les notes que nous avons prises au cours de notre savant physicien et biologiste.

La théorie mécanique de la chaleur repose sur le principe suivant : Toutes les fois qu'une force est employée à produire un travail, ou qu'une force est éteinte immédiatement, il se produit une quantité de chaleur en proportion déterminée avec la proportion de force employée sans effet utile, ou en proportion de la force vive disparue. Ainsi la chaleur qui se produit quand une scie entame le bois, quand la tarière perfore un canon, quand un morceau de glace frotté contre un autre se fond, quand une roue tourne dans l'eau, quand les deux mains sont frottées l'une contre l'autre, quand un boulet fend l'air; la chaleur qui se produit dans tous ces cas est la transformation du travail consumé par le frottement : qu'une force vive disparaisse dans le marteau s'abattant sur l'enclume, dans une balle qui rencontre dans sa course un corps solide, dans la locomotive qui, lancée à toute vitesse, s'arrête subitement, dans le piston qui parcourt rapidement un tube fermé à l'une de ses extrémités,

dans tous ces cas de la chaleur apparaîtra, et elle sera proportionnelle à la quantité de force vive disparue.

Partout, par conséquent, où de la force mécanique est dépensée, de la chaleur est produite; si, au contraire, de la force mécanique était produite, de la chaleur serait dépensée, il y aurait refroidissement. Ainsi de l'air s'échappant d'un récipient et venant frapper la boule d'un thermomètre à air, fera monter le liquide du thermomètre, ce qui indique que la boule s'est refroidie. Au sortir du récipient, l'air exécute un travail mécanique, il déplace l'air qu'il rencontre sur son trajet, et pour cela il ne peut se servir que de la chaleur qu'il possède et à laquelle était due entièrement la force élastique avec laquelle il pressait contre les parois du récipient. Si le courant d'air, au lieu de provenir d'un récipient provenait d'un soufflet ordinaire mis en mouvement par les deux mains, le phénomène inverse se serait passé. Le travail mécanique ici aurait été exécuté par les deux mains qui rapprochent les valves du soufflet, le mouvement de l'air se serait arrêté sur la boule du thermomètre, et une quantité de chaleur équivalente à la destruction du mouvement aurait été engendrée : le liquide, au lieu de monter, aurait par conséquent baissé.

Ce principe que nous venons d'appliquer au mouvement des corps d'un certain poids, d'un certain volume, s'applique également aux plus petites particules des corps, quand ils sont animés d'une certaine vitesse, et nous explique les effets calorifiques de l'affinité. Que l'oxygène se combine avec le carbone ou un autre corps, comme cela se passe dans les phénomènes de combustion, des milliers d'atomes de ce gaz vont heurter des milliers d'atomes de ces corps, un nombre infini de forces vives vont s'éteindre et se transformer en chaleur. Ce qui le prouve, c'est que la quantité de chaleur développée par un corps qui se combine avec l'oxygène est d'autant plus considérable que ce corps est plus stable; la chaleur développée paraît donc être ici proportionnelle à l'intensité de la force avec laquelle les atomes se meuvent au moment où ils se rencontrent pour entrer en combinaison. Si, au contraire, on rompt les affinités au lieu de les favoriser, de la chaleur se consomme lorsque l'on sépare les atomes, par cela même qu'il se produit un certain travail, et quand les attractions des atomes séparés seront de nouveau mises en jeu, cette chaleur qui avait été consumée sera restituée au nouveau corps formé.

Toutes les modalités de forces, électricité, lumière, magnétisme, rentrent dans ce principe dynamique; toutes se résument dans l'idée de mouvement; toutes ont, pour commune mesure, le travail accompli, la quantité de force vive communiquée à un mobile. Elles peuvent se transformer les unes dans les autres, et elles le feront toujours dans des rapports fixes; mais elles ne sont jamais anéanties, elles se retrouvent sans cesse sous une modalité ou sous une autre.

Nous ne rappellerons pas les expériences qui viennent appuyer l'inva-

riabilité du principe dynamique envisagée dans les différentes forces, cela nous entraînerait trop loin. Ce qu'il nous importait de connaître, c'était le principe en lui-même, afin de l'appliquer aux forces qui se révèlent chez les corps animés.

L'être vivant, en temps que matière, est doué de toutes les forces du monde extérieur, et comment en serait-il autrement, puisque sa propre substance est empruntée à des corps qui sont ou qui ont été primitivement inorganiques; la force accompagne nécessairement la matière partout où elle circule : par conséquent la substance des êtres vivants, comme celle des corps inertes, doit être le support des forces de cohésion, d'affinité, de chaleur, d'électricité, de lumière. Mais la structure et le mode d'arrangement des parties élémentaires des corps animés diffèrent essentiellement de la structure et du mode d'arrangement des corps inorganiques; rien d'étonnant par conséquent que ces modalités de force se révèlent par des effets particuliers spéciaux, que les éléments anatomiques, les tissus, jouissent de propriétés spéciales dites vitales.

Qu'est-ce maintenant qu'un végétal? Un végétal est un organisme qui n'opère aucun travail extérieur; le végétal ne se meut pas, et n'a pas besoin de se mouvoir, la nourriture lui arrive toute faite, elle lui est présentée par le sol, par l'atmosphère. Et cependant il consomme une quantité énorme de forces; ces forces, il les emprunte à la partie chimique de la radiation solaire qui vient s'éteindre sur les parties vertes. Qu'une plante soit privée de lumière et de chaleur, elle s'étiole et ne tarde pas à cesser de manifester toute action vitale. Or, la force est indestructible ; à l'aide de cette force provenant du soleil, le végétal va produire un travail intérieur considérable, il va agir sur la matière minérale, l'acide carbonique, l'eau, l'ammoniaque, dont les affinités sont satisfaites pour détruire ces combinaisons, et avec les éléments carbone, hydrogène, oxyzène, azote, il créera la molécule organique, le gluten, la fécule, l'albumine, etc. C'est donc un travail que le végétal a accompli avec l'assistance de forces provenant de la radiation solaire : d'une part il a détruit des affinités, d'autre part il en a reconstitué; mais dans la formation de la molécule organique, les affinités ont été moins satisfaites que celles qui existent dans la molécule inorganique, le végétal, en un mot, a détruit avec les forces de la radiation solaire plus d'affinités qu'il n'en a reconstitué. Il a donc en somme emmagasiné ces forces qui resteront à l'état latent, tant que la molécule organique ne se trouvera pas dans les conditions où ses affinités pourront être satisfaites; mais qu'elle brûle dans un milieu oxygéné avec flamme en dehors des corps vivants, sans flamme dans les corps vivants, et elle rendra sous forme de chaleur, ou de chaleur et de lumière, ce qu'elle avait emprunté à la radiation solaire, en même temps qu'elle repassera à l'état de molécule inorganique semblable à celle qui avait concouru à sa formation. « Sans le soleil, dit John Tyndall, la réduction n'aurait pas lieu, et elle exige une dépense de lumière solaire exactement égale au travail moléculaire accompli. C'est

ainsi que s'élèvent les arbres, c'est ainsi que verdissent les prairies, c'est ainsi que les fleurs s'épanouissent. Que les rayons solaires tombent sur une surface de sable, le sable est échauffé, et finalement il rend par rayonnement autant de chaleur qu'il en a reçue. Que ces mêmes rayons tombent sur une forêt, la quantité de chaleur rendue sera inférieure à la quantité reçue, parce que l'énergie d'une portion du faisceau lumineux est employée à faire grandir les arbres. J'ai ici un écheveau de coton, j'y mets le feu; il s'enflamme et engendre une quantité déterminée de chaleur. Or, c'est précisément la quantité de chaleur ravie au soleil pour former cet écheveau de coton. Ce n'est là qu'un exemple entre mille autres : chaque arbre, chaque plante, chaque fleur croît et fleurit par la grâce et la bonté du soleil. »

L'animal, contrairement au végétal, est un être qui travaille sans cesse: il se meut pour chercher sa nourriture, se faire des abris, etc. Or, ce travail extérieur nécessite une dépense de forces. La force ne se crée pas; l'animal doit la trouver toute prête à entrer en action dans les éléments qui lui arrivent du dehors. C'est le végétal qui lui fournit l'élément nécessaire pour mettre en jeu l'affinité chimique; c'est l'air extérieur qu'il respire qui lui fournit l'élément nécessaire pour satisfaire ses affinités. Ainsi il pourra faire repasser la matière organique à l'état de matière inorganique, ne faisant, en définitive, qu'utiliser une force d'emprunt pour satisfaire les affinités, et les affinités satisfaites lui permettront d'accomplir le travail intérieur nécessaire à l'accomplissement de ses besoins. Ainsi se réalise le cercle complet de la partie matérielle et de la partie dynamique : l'eau, l'acide carbonique, l'ammoniaque, font la molécule organique du végétal, l'albumine, la fibrine, etc., qui, après avoir pénétré la substance du corps de l'animal, repasse à l'état d'eau, d'acide carbonique, d'ammoniaque, dans le milieu ambiant, lesquels retournent ensuite dans le végétal et recommencent un nouveau cycle. Pour la partie dynamique, la force emmagasinée dans le végétal et empruntée à la radiation solaire, l'animal la prend, et la rend ensuite au monde extérieur, sous forme de mouvement, sous forme de chaleur. Pour la partie dynamique comme pour la partie matérielle, le végétal et l'animal ne créent donc rien; ils ne font sans cesse qu'emprunter et rendre, force et matière restant sans cesse dans l'univers à dose égale. Mais, pour accomplir ce travail à l'aide de ces forces d'emprunt, il fallait à l'animal des organes constitués de telle façon qu'ils pussent communiquer le mouvement qui leur était imprimé : ces organes sont les muscles. Sous l'influence de la chaleur développée dans son sein, le muscle devient le moteur de la machine humaine; la force qui l'anime est la chaleur, comme la force qui met en mouvement la machine à vapeur est la chaleur.

Le muscle, en effet, obéit aux lois du principe dynamique, ce qui résulte des expériences de MM. Béclard et Hirn (voy. *Température animale*). Dans le muscle à l'état de repos, il se passe un travail en ce sens que le muscle est incessamment le siége de combustions; mais alors,

comme il n'a à accomplir aucune espèce de travail extérieur, la chaleur qui se développe est l'équivalent de la chaleur formée dans les combustions, et cette chaleur, qui se communique incessamment au sang, disparaît par l'évaporation cutanée et pulmonaire. Mais, si l'on met le muscle en action, toujours la combustion musculaire augmentera, mais la quantité de chaleur que l'on observera dans le muscle pourra varier. Ainsi, si l'on produit, en contractant ses muscles, un travail mécanique, comme celui de soulever un poids, la température de ces muscles est moins élevée que si la contraction musculaire n'avait pas été accompagnée de travail mécanique, si, par exemple, on eût fléchi l'avant-bras, la main n'étant pas chargée de poids : une partie de la chaleur des combustions a été dépensée pour produire le travail mécanique effectué. Si, au contraire, un muscle se contracte, non plus pour produire un travail, mais pour détruire un travail, comme quand la main arrête un poids dans sa chute, il y a, au contraire, augmentation de chaleur par rapport à celle qui existe dans la contraction sans production de travail mécanique, l'excès de chaleur représentant la force vive qui a été détruite. De même, si l'on contracte spasmodiquement un muscle, par cela même que le mouvement communiqué par le muscle à son levier osseux s'éteint, il y aura apparition d'une certaine quantité de chaleur ; de même si l'on applique fortement la main sur un mur comme pour l'ébranler, de même si l'on tire violemment sur un anneau. De quelque côté que l'on se retourne, par conséquent, la somme des manifestations extérieures équivaut à des combustions internes ; mais s'il y a un travail extérieur détruit, la chaleur produite par les combustions l'emporte, la différence représente la force vive détruite. S'il y a un travail externe accompli, la chaleur produite par la combustion diminue, une partie de la chaleur s'étant transformée, par voie d'équivalence, en mouvement que le muscle a exécuté pour la production du travail extérieur.

Si les combustions du muscle sont la source de mouvement, le muscle a aussi son régulateur dans le système nerveux. La propriété d'innervation n'est pas plus une force que la contractilité musculaire : c'est la faculté qu'ont les nerfs de produire, sous l'influence des phénomènes chimiques qui se passent dans leur sein, des mouvements moléculaires, qui, en se transmettant aux muscles, mettent en jeu les facultés motrices de ceux-ci, ou, se transmettant à l'encéphale, concourent à donner la notion des impressions produites sur leur trajet. Et en effet, M. du Bois-Reymond a fait voir que si l'on appliquait les deux rhéophores d'un galvanomètre sur un nerf, soit moteur, soit sensible, quand ces nerfs entrent en action, c'est-à-dire quand l'un transmet le mouvement, l'autre les impressions périphériques douloureuses, l'aiguille du galvanomètre déviait. Il y a donc, dans l'exercice de l'innervation, production d'électricité ; or, cette électricité ne peut provenir que de phénomènes chimiques, et tout phénomène chimique est un mouvement. Ici donc encore l'activité nerveuse dépend de forces empruntées au monde extérieur, ces

forces s'exerçant dans un support d'une nature particulière, se traduisent par des manifestations d'un ordre tout particulier.

Telles sont les principales applications que l'on a faites jusqu'ici du principe dynamique aux êtres organisés. De telles idées pénétrant dans la science biologique n'ont pas manqué de trouver de nombreux adversaires, qui ne peuvent pas ou ne veulent pas comprendre qu'on puisse admettre des rapports aussi intimes entre les corps vivants et les corps inertes. Quant à nous, persuadé que la méthode expérimentale doit fournir les moyens les plus certains pour arriver à la vérité, nous adoptons cette méthode sans restriction aucune; et dès lors, pour ne pas admettre l'intervention du principe dynamique dans l'exercice de la vie, il faudrait nier que les expériences de MM. Béclard et Hirn fussent vraies. Mais quand on voit deux observateurs agissant par deux procédés essentiellement différents arriver au même résultat, on ne peut guère douter de la validité de leurs expériences. Ajoutons que la pathologie a déjà confirmé ces expériences de la façon la plus frappante; sans doute, on peut dire que si les faits sont vrais, l'interprétation est inexacte; cela peut être et nous ne répondrions pas qu'un jour une nouvelle théorie ne sera pas substituée à celle-là. Mais ce qu'il y a de certain, c'est que, pour l'instant, avec les connaissances que nous possédons, les faits dont nous parlons ne peuvent s'expliquer d'une autre façon.

Toutefois, reconnaissons que toute doctrine qui, pour expliquer les phénomènes de la vie, ne tiendrait compte que des seules forces physico-chimiques, avec toutes leurs transmutations, serait bien loin de la vérité. Un végétal, un animal, ne sont pas seulement des substratum de forces empruntées au monde extérieur, des machines dont le mouvement serait communiqué par la chaleur; par cela même qu'ils ont une organisation spéciale, c'est-à-dire qu'ils sont composés de principes immédiats unis molécule à molécule, d'éléments anatomiques, de tissus, d'organes, d'appareils, ils jouissent d'activités que l'on ne rencontre nulle part chez les autres êtres de la création. Seuls, en effet, les animaux et les végétaux possèdent les facultés de renouveler incessamment la substance qui les constitue, de se développer suivant des lois fixes et immuables qui leur permettent de traverser la série des âges, de se reproduire par une suite non interrompue de générations d'individus semblables à eux, qui assure la perpétuité des espèces, d'être sujets à des troubles qui constituent la maladie; seuls, les animaux peuvent se donner à eux-mêmes le mouvement, régler ce mouvement à leur guise, percevoir les impressions du dehors et un grand nombre d'impressions nées en dedans d'eux, élaborer ces impressions et trouver dans cette élaboration les éléments de la pensée, du jugement, de la volition : voilà les manifestations caractéristiques de la vie; or, les lois qui leur sont applicables ne sont ni des lois physiques, ni des lois chimiques, ce sont des lois spéciales. C'est pourquoi une doctrine biologique ne peut être acceptable qu'à la condition qu'elle tiendra compte, en premier lieu, de ces propriétés dont est douée la matière

vivante, et qui placent celle-ci à une distance si grande de la matière inerte.

3° DOCTRINES DES PROPRIÉTÉS VITALES.

Si tous les physiologistes se sont accordés à appeler propriétés vitales les facultés qu'a la matière vivante de manifester divers modes d'activité que ne possède pas la matière inerte, tous ne se sont pas accordés sur la cause de ces propriétés. Pour les uns, les propriétés vitales seraient dues à l'intervention de forces étrangères à celles de l'organisme, quoique inhérentes à la substance organisée, comme le sont à la substance inerte l'affinité, la cohésion, etc. Pour les autres, ces propriétés seraient dues à la composition même de la matière, elles seraient indépendantes de toutes forces étrangères à celles du monde extérieur, et ces dernières n'interviendraient que comme conditions de leur existence, sans en constituer l'essence; elles seraient, en un mot, la manière d'être des corps organisés, au même titre que le sont, par exemple, pour l'acide sulfurique, la potasse, un morceau de caoutchouc, l'acidité, l'alcalinité, l'élasticité, qui ne sont pas des forces, mais plutôt des qualités de la matière, dérivant uniquement de son état moléculaire.

Les partisans de la première opinion, parmi lesquels nous trouverons surtout Haller et Bichat, se rapprochent du vitalisme de Barthez, en ce sens qu'au lieu de mettre dans l'économie un seul principe qui dirige toutes les opérations de la vie, ils en ont placé plusieurs; mais ils s'en éloignent d'une façon radicale, en ce sens que ces forces vitales sont inhérentes à la matière, inséparables d'elle.

Si cette dernière manière de voir place encore Haller et Bichat à une assez grande distance des partisans de la seconde opinion, on doit reconnaître cependant qu'elle a contribué, de la façon la plus puissante, à tracer la voie à Rostan, Robin, Virchow, voie suivie par la plupart des physiologistes de notre époque. C'est la raison pour laquelle nous réunissons dans un même chapitre ces deux opinions, malgré leur divergence.

IRRITABILITÉ DE GLISSON. — Glisson (1634-1677), professeur à l'université de Cambridge, fit le premier la remarque que les êtres vivants se distinguent des corps inanimés, en ce que leur substance, quand on l'irrite, réagit contre l'action qu'on produit sur elle par des phénomènes de mouvement ou de sensibilité. Glisson donne le nom d'irritabilité à cette force qui fait réagir la matière vivante, et c'est à elle qu'il rapporte tous les actes de l'organisme. Il admet trois sortes d'irritabilité : la première, qu'il appelle irritabilité naturelle, appartient à la fibre animale; la deuxième, l'irritabilité sensitive, appartient aux nerfs; la troisième, l'irritabilité qui dépend de la volonté, a son siége dans le cerveau, et reconnaît pour cause une excitation interne, de nature psychique.

Si l'on doit reprocher à Glisson d'avoir rapporté à toute la matière organisée indistinctement, même au sang, aux humeurs, aux os, la faculté d'irritabilité, on doit lui conserver l'honneur d'avoir montré, le premier,

qu'on pouvait mettre en évidence certains actes vitaux, à l'aide d'agents d'excitation portés directement sur la matière vivante : c'était là une grande découverte, car désormais on avait à sa disposition un puissant moyen d'investigation pour interroger la substance organisée.

Tonicité de Hoffmann. — Frédéric Hoffmann (1660-1742) vivait en même temps que Stahl, comme nous l'avons déjà vu; quoique ces deux hommes occupassent leurs chaires dans la même école, ils professaient des idées opposées. Tandis que Stahl considérait la matière organisée comme une matière complétement inerte par elle-même, et ne devant son activité qu'à une force immatérielle, l'âme, avec laquelle elle était en intime relation, Hoffmann considérait cette matière comme possédant par elle-même et en dehors de toute force étrangère une propriété qui la rendait active. Pour le premier, la vie était le principe de l'organisation; pour le second, elle n'en était que le résultat. A la propriété qu'il reconnaît aux êtres vivants il donne le nom de tonicité, propriété en vertu de laquelle la substance organisée possède des mouvements de dilatation et de retrait, d'expansion et de resserrement. Quoique inhérente à la matière, elle a cependant besoin, pour être mise en jeu, d'un principe qu'il appelle éther, principe sécrété par le cerveau, et sans lequel tout mouvement vital, résultat de la tonicité, est impossible. C'est cette tonicité qui règle le mouvement du sang, des humeurs, en donnant l'impulsion au cœur; elle règle aussi le mouvement des méninges, qu'Hoffmann considère comme des organes destinés à comprimer le cerveau dans le but d'en expulser l'éther. Hoffmann admet bien, lui aussi, une âme unie au corps, mais cette âme est essentiellement différente de l'éther, elle n'est que le principe du raisonnement et de la conscience. Les maladies, pour Hoffmann, consistent dans des perturbations des mouvements vitaux, et se traduisent par le spasme et l'atonie ; il y a spasme quand les mouvements sont convulsivement accélérés, atonie quand ils sont faibles, languissants.

Incitabilité de Brown.—Pour Brown (1735-1798), les êtres doués de sensibilité et de mouvement diffèrent des corps bruts, en ce que la substance qui constitue le cerveau, les nerfs, la fibre musculaire, jouit de la propriété de réagir sous l'influence d'un stimulus. Il donne à cette propriété le nom d'incitabilité; il appelle puissances incitantes les agents qui la mettent en jeu, et l'incitation est le résultat de l'incitabilité. Les puissances incitantes, ou viennent du dehors, ou résident dans l'économie. Les premières sont l'air, les aliments, les boissons ; les secondes sont le sang, les contractions musculaires, les mouvements péristaltiques ; enfin la pensée et les passions, qui sont le résultat de l'action cérébrale. L'incitation, résultat de l'action des incitants sur l'incitabilité, constitue, à proprement parler, la vie. L'incitation est toujours proportionnée à la force de l'incitant: s'il est trop fort, il y a épuisement de l'incitabilité ou faiblesse indirecte ; s'il est trop faible, il y a augmentation de l'incitabilité ou faiblesse directe ; s'il est en rapport avec l'incitabilité des organes, il y a santé. A part les maladies locales, produites par des causes vulnérantes, toxiques ou

vermineuses, et quelques affections telles que l'anthrax, le squirrhe, la gangrène, toutes les autres sont dues à un défaut ou à un excès d'incitabilité; il n'y a donc que deux sortes de maladies : les asthéniques et les sthéniques.

La thérapeutique de Brown découlait essentiellement de sa doctrine biologique : dans les affections sthéniques il fallait diminuer l'incitabilité, recourir au repos du corps et de l'esprit, aux vomitifs, aux purgatifs doux, aux saignées; dans les affections asthéniques il fallait augmenter l'incitabilité, employer des incitants d'abord très-faibles, l'opium par exemple, puis, de plus en plus fort, le vin, les liqueurs, et associer ces moyens à une bonne nourriture, à l'exercice du corps et de l'esprit.

Il est facile de voir que la doctrine physiologique de Brown est calquée sur celle de Glisson, les mots seuls sont changés. Brown cependant ne rapporte l'incitabilité qu'à ce que nous appelons système nerveux et système musculaire ; tandis que Glisson rapportait l'irritabilité à toutes les parties de l'organisme.

CONTRACTILITÉ, IRRITABILITÉ, ET SENSIBILITÉ DE HALLER. — Haller (1708-1777) s'engage dans la voie tracée par Glisson, mais, plus qu'on ne l'avait fait avant lui, il expérimente; il met à nu sur les animaux tous les tissus, tous les organes de l'économie, les tiraille, les distend, les brûle, afin de constater comment ils se comportent sous l'influence de ces agents d'excitation. Il reconnait que toutes les parties du corps ont une propriété commune, celle de revenir sur eux-mêmes quand ils ont été distendus : c'est à cette propriété qu'il donne le nom de contractilité. Cette propriété est de nature physique, elle existe chez l'animal vivant comme chez l'animal mort. Certaines parties ont de plus des proprietés spéciales : ainsi le gluten ou gélatine animale, nom qu'il donne à la substance du muscle, jouit de la propriété de revenir sur lui-même quand on applique sur lui des stimulus; cette propriété est independante de tout principe placé en dehors de cette substance, elle appartient à celle-ci comme l'attraction, la gravité, appartiennent à la matière inerte. Haller dénomme cette propriété, irritabilité. L'irritabilité hallérienne diffère donc de l'irritabilité de Glisson, en ce qu'elle n'est point une propriété générale de la matière, elle appartient seulement à la matière gélatineuse. Dans l'état physiologique, l'irritabilité est mise en jeu de deux façons : pour les muscles extérieurs, par la volonté ; pour les muscles creux, le cœur, l'intestin, par les liquides qui parcourent ceux-ci.

Haller reconnait de plus que certaines fibres jouissent de la propriété, lorsqu'elles sont touchées, de donner lieu à une sensation de contact; c'est la fibre sensible, et il appelle cette propriété, sensibilité. Enfin le sperme est un stimulus tout particulier destiné à tirer de la torpeur le corps de l'embryon, et à susciter ainsi l'évolution des organes, que Haller croyait préexistant dans le germe.

Ainsi donc, contractilité, irritabilité, sensibilité, telles sont les trois propriétés dont Haller reconnait l'existence, et qui lui servent à expliquer les principaux phénomènes de la vie. Mais Haller n'édifia point une doc-

trine de la vie sur ces trois propriétés ; retenu par une sage réserve, il ne les regarde que comme pouvant nous rendre compte de phénomènes biologiques très-importants, et il n'a pas la prétention de s'en servir pour tout expliquer. Il ne veut même pas employer l'expression de forces vitales pour ces propriétés, parce que l'irritabilité, dit-il, existe sur le cadavre, sur un être par conséquent qui n'est plus vivant.

Le grand mérite de Haller est d'avoir fixé le domaine des deux propriétés qui sont en quelque sorte la caractéristique des animaux ; il est regrettable seulement qu'il ait donné le nom de contractilité à la propriété physique de raccourcissement, quand déjà le mot de contraction, qui exprime le phénomène de retrait du muscle sous l'influence d'une excitation, était dans la science, et qu'il ait donné le nom d'irritabilité à la propriété qu'a le muscle de réagir, car ce mot doit s'appliquer à tous les tissus qui manifestent un phénomène quand on les irrite : ainsi il y a aussi bien une irritabilité nerveuse qu'une irritabilité musculaire.

Sensibilité et contractilité de Bichat. — Bichat (1771-1830) admet comme concourant à l'entretion de la vie deux ordres de fonctions : les unes, communes aux végétaux et aux animaux, constituent la vie végétative ; les autres, propres aux animaux, constituent la vie animale. Pour s'exécuter, les fonctions n'ont besoin que de deux propriétés vitales inhérentes aux tissus de l'économie, celle de sentir et celle de se mouvoir, la sensibilité et la contractilité.

Il divise la sensibilité en organique et en animale. La sensibilité organique n'est pas perçue par le sensorium, elle reste limitée à l'organe où elle se passe : ainsi l'estomac sent les aliments qu'il contient ; de même le cœur le sang qu'il renferme ; les canaux excréteurs, les vaisseaux, qu'il appelle exhalants, absorbants, sentent les substances qui les touchent. La sensibilité animale est celle qui est perçue par le sensorium, celle dont nous avons la conscience, celle qui nous donne la notion de contact, de douleur, de température. Quoique ces deux sensibilités présentent des différences notables, leur nature paraît être cependant essentiellement la même, l'une n'est probablement que le maximum de l'autre : ainsi, dans certaines circonstances, la sensibilité de l'estomac au contact des aliments devient animale, comme le prouve la douleur qui se fait sentir dans les cas d'indigestion ; le tissu cellulaire, insensible dans l'état normal, devient sensible dans certains cas, comme dans l'inflammation.

La contractilité est aussi animale et organique ; la contractilité animale, essentiellement soumise à la volonté, a son principe dans le cerveau et son siége dans les muscles volontaires. Cette contractilité préside à la locomotion, à la voix, aux mouvements généraux de la tête, du thorax, de l'abdomen, etc. La contractilité organique, indépendante d'un centre nerveux, trouve son principe dans l'organe même qui se meut, échappe à tous les actes volontaires, et préside aux phénomènes digestifs, circulatoires, nutritifs, sécrétoires, absorbants, etc. L'une et l'autre de ces contractilités se lient à l'espèce correspondante de sensibilité : les sen-

sations provenant de l'intérieur mettent en action la contractilité animale: ainsi une douleur perçue à la peau du bras à la suite d'un pincement provoque un mouvement du bras; et pour la contractilité organique, elle ne s'exerce qu'après avoir été provoquée par la sensibilité du même ordre: ainsi le cœur ne se contracte qu'après avoir été excité par le sang qui arrive dans son intérieur. Seulement il y a pour ces deux contractilités animale et organique cette différence, c'est que la contractilité animale peut s'exercer sans la sensibilité animale, tandis que la contractilité organique ne peut pas s'exercer sans la sensibilité organique.

La contractilité animale présente partout les mêmes caractères, tandis que la contractilité organique présente deux variétés: tantôt elle est visible, comme au cœur, à l'estomac, aux intestins, à la vessie, alors elle s'exerce sur des masses plus ou moins considérables de fluides; tantôt elle est invisible, et dans ce cas elle ne s'exerce que sur une faible quantité de liquide, par exemple sur le suc nourricier, le sang, les produits de sécrétion. Ces deux contractilités s'enchaînent par une sorte de gradation insensible: entre la contractilité obscure nécessaire à la nutrition des ongles et celle que présentent les mouvements de l'estomac, il est des nuances infinies qui servent de transition: tels sont les mouvements du dartos, des artères, de certaines parties de la peau. Il n'y a pas que les muscles qui possèdent cette contractilité insensible; toute partie qui vit réagit comme ceux-ci sur l'excitant porté sur elle, ou sur le fluide qu'elle absorbe, pour y porter les matériaux de nutrition, d'absorption, de sécrétion. Et c'est à tort, selon Bichat, que l'on se guiderait sur la contractilité pour admettre une tunique charnue dans les vaisseaux, l'utérus, l'iris, le dartos.

Tout en faisant résider les propriétés vitales dans les solides, Bichat admet cependant que les fluides sont pénétrés de vie, parce qu'ils ne se putréfient pas dans l'organisme, parce que le sang est plus ou moins disposé à se combiner avec les autres fluides, suivant la nature des sujets.

En outre des propriétés vitales, Bichat reconnaît deux propriétés physiques, s'exerçant après la mort comme pendant la vie. Ces deux propriétés, qu'il appelle propriétés de tissus, sont: 1° l'extensibilité, en vertu de laquelle les tissus se distendent au delà de leur état ordinaire par une impulsion étrangère; 2° la contractilité de tissu, en vertu de laquelle les tissus reviennent sur eux-mêmes quand ils cessent d'être soumis à l'extensibilité: ainsi l'estomac qui a été dilaté, le muscle qui a été coupé, le sinus maxillaire qui a été distendu par une hydropisie, obéissent à cette propriété.

Le tableau suivant, emprunté à Bichat, aidera à se rappeler ces propriétés :

- Propriétés
  - vitales.
    - Sensibilité
      - animale.
      - organique.
    - Contractilité
      - animale.
      - organique
        - sensible.
        - insensible.
  - de tissu.
    - Extensibilité.
    - Contractilité.

De ces propriétés Bichat fait dériver tous les phénomènes qui se passent dans l'économie. Il n'en est aucun, selon lui, qui ne puisse en dernière analyse s'y rapporter, « de même que dans tous les phénomènes physiques nous rencontrons toujours les mêmes principes, les mêmes causes, savoir : l'élasticité, l'attraction ». Ainsi la nutrition, par exemple, « dépend uniquement de la sensibilité organique propre à chaque organe, laquelle, mettant le sang en rapport avec telle ou telle substance et non avec telle ou telle autre, fait qu'il s'approprie cette substance, s'en pénètre, la laisse de toute part aborder dans ses vaisseaux, tandis qu'il se cripse et se resserre pour empêcher les autres qui lui sont étrangères de s'introduire ». Et la maladie consiste dans la perturbation de ces propriétés, l'inflammation en particulier dans l'exaltation de la sensibilité organique, qui permet au sang d'affluer dans des vaisseaux où il n'y a normalement que des liquides blancs.

La thérapeutique a pour but de ramener à leur type naturel les propriétés vitales : ainsi, dans l'inflammation, on diminue l'exaltation de la sensibilité organique et de la contractilité insensible par les cataplasmes, les fomentations, les bains locaux ; dans les tumeurs blanches, où il y a diminution de ces propriétés, il faut les exalter par des applications de vin et de toutes les substances qu'on appelle fortifiantes.

Pour Bichat, les propriétés vitales de contractilité et de sensibilité ne sont pas précisément inhérentes à la matière qui en est le siége, car elles disparaissent quand les molécules écartées ont perdu leur arrangement organique ; c'est de l'arrangement plutôt que de la constitution de la substance organisée qu'elles dérivent. Les êtres vivants sont composés d'organes ; les organes sont un assemblage de tissus. De même que la chimie a ses corps simples, l'anatomie a ses tissus simples, qui par leur combinaison forment les organes. Ces tissus sont : 1° le cellulaire ; 2° le nerveux de la vie animale ; 3° le nerveux de la vie organique ; 4° l'artériel ; 5° le veineux ; 6° celui des exhalants ; 7° celui des absorbants et de leurs glandes ; 8° le médullaire ; 9° le cartilagineux ; 10° le fibreux ; 11° le fibro-cartilagineux ; 12° le musculaire de la vie animale ; 13° le musculaire de la vie organique ; 14° le muqueux ; 15° le séreux ; 16° le synovial ; 17° le glanduleux ; 18° le dermoïde ; 19° l'épidermoïde ; 20° le pileux.

Chaque système, c'est-à-dire l'ensemble d'un même tissu, réunit à des degrés différents plus ou moins de propriétés vitales : ainsi la sensibilité animale est dominante dans les nerfs ; la contractilité animale est surtout marquée dans les muscles volontaires ; la contractilité organique sensible est spéciale aux muscles involontaires ; la contractilité organique insensible et la sensibilité organique, qui ne se séparent pas l'une de l'autre, sont surtout marquées dans les glandes, la peau, les surfaces séreuses. Chacun des tissus simples, réunissant donc plus ou moins de ces propriétés, jouit par cela même d'une vitalité plus ou moins grande ; l'idée de vie propre ne peut donc s'appliquer aux organes, mais aux tissus simples qui les composent. Et puisque la maladie est un trouble survenu dans les

propriétés vitales, si chaque tissu n'a pas également les mêmes propriétés, la conséquence qu'en tire Bichat, c'est que chaque tissu doit différer par ses maladies, et, dans un organe composé de différents tissus, l'un peut être malade, les autres restant intacts.

Il est facile de constater que les éléments de la doctrine de Bichat, s'ils n'ont pas été empruntés à ses prédécesseurs, se trouvent cependant compris dans les travaux de ceux-ci : la contractilité animale n'est autre que l'irritabilité de Haller, sa sensibilité animale est la sensibilité du même auteur, sa contractilité insensible est la tonicité de Hoffmann.

La grande gloire de Bichat c'est d'avoir compris mieux qu'on ne l'avait fait avant lui, que l'organisme était un tout complexe, à la connaissance duquel on ne pouvait s'élever qu'incomplétement, si on ne le décomposait en ses parties élémentaires, pour rattacher ensuite à ces parties les propriétés par lesquelles la vie se manifeste. Si son analyse a été incomplète en ne voyant dans les tissus que le dernier terme des organes, il faut avouer que Bichat a agrandi cependant de la façon la plus remarquable les idées biologiques, et tracé au pathologiste une voie toute nouvelle dans laquelle il pouvait s'aventurer hardiment.

Mais on ne peut s'empêcher de reconnaître que l'imagination de Bichat a pris une grande part dans les subdivisions qu'il fit de sa sensibilité et de sa contractilité. Ainsi sa sensibilité organique nécessaire à l'exercice de la contractilité organique sensible et insensible n'est qu'une pure création de l'esprit; sa contractilité organique insensible répartie dans tous les tissus n'est qu'une hypothèse sans fondement; de même l'existence des vaisseaux exhalants, des vaisseaux absorbants, des vaisseaux blancs, tous doués de sensibilité et de contractilité. Aujourd'hui on sait manifestement que l'aliment qui arrive dans l'estomac, l'urine dans la vessie, le sperme dans le canal de l'urèthre, etc., mettent en jeu la contractilité des muscles contenus dans ces conduits ou ces réservoirs, non en agissant sur la sensibilité organique limitée au point touché, mais par action réflexe; on sait que la propriété que possèdent les tissus d'attirer à eux certaines substances à l'exclusion d'autres est une propriété de la matière subordonnée à des phénomènes physico-chimiques d'attraction et d'affinité : les injections poussées dans l'arbre circulatoire, pas plus que le microscope, n'ont jamais pu faire voir ces bouches vasculaires béantes, qui, plongeant dans les tissus, admettaient ou refusaient le passage des substances réparatrices.

Le dédain que Bichat, à l'exemple de Stahl, affectait pour les sciences physico-chimiques, n'est pas non plus étranger sans doute à ces erreurs. Pour lui, les lois qui régissent les corps inertes ne régissent pas les corps vivants; les forces d'attraction, d'affinités de la matière brute, sont remplacées par d'autres forces quand celle-ci traverse momentanément les corps vivants, et c'est à ces forces qu'il rapporte ses propriétés vitales. Les raisons sur lesquelles se repose Bichat sont les suivantes : Les phénomènes qui se passent chez les êtres vivants ne sont pas sou-

mis à la stabilité que l'on rencontre dans le monde inorganique; le sommeil, la veille, le repos, l'exercice, la digestion, la faim, les passions, les corps environnants, tout les expose à chaque instant à de nombreuses mutations. La sensibilité, la contractilité, varient d'un instant à l'autre; l'urine varie quant à sa quantité et à ses qualités dans de nombreuses circonstances, avant et après le repas, d'un âge à l'autre, etc.; il en est de même des autres fluides : « l'état des forces vitales qui en sont la source change donc à chaque instant, les organes doivent donc eux-mêmes éprouver des changements continuels dans leur mode d'action. » C'est pour ces raisons qu'il se croyait en droit de dire : « Appliquer les sciences physiques à la physiologie, c'est expliquer par les lois des corps inerte les phénomènes des corps vivants : or voilà un principe faux; donc toutes ses conséquences doivent être marquées au même coin. Laissons à la chimie son affinité, à la physique son élasticité, sa gravité, n'employons pour la physiologie que la sensibilité et la contractilité; j'en excepte cependant le cas où le même organe devient le siége de phénomènes physiques, comme l'œil, l'oreille par exemple. » Mais, de ce que les phénomènes biologiques ne sont pas soumis à la même régularité que les phénomènes physico-chimiques auxquels nous assistons dans le monde extérieur, s'ensuit-il qu'ils en soient indépendants, et qu'ils doivent en être séparés radicalement ? Que l'urine, que la salive, varient en quantité ou en qualité dans des circonstances nombreuses, il n'en est pas moins certain que la sécrétion de ces deux produits est subordonnée à un phénomène physico-chimique, au passage par endosmose des éléments du sang à travers la membrane propre des glandes salivaires et rénales et à travers les cellules qui la tapissent. De ce que la sensibilité et la contractilité varient d'un instant à l'autre, s'ensuit-il qu'il ne puisse y avoir de variations parallèles dans des phénomènes physico-chimiques auxquels serait subordonnée la sensibilité ? Il est prouvé au contraire, aujourd'hui, que la mise en jeu de toute propriété vitale dans une partie donnée est constamment accompagnée de modifications chimiques dans cette partie.

Nous avons dit que Bichat, dans les tentatives qu'il fit pour analyser le corps humain, le réduire à ses derniers éléments, était resté incomplet. Pour Bichat les organes se composent de tissus, et le tissu est le corps simple du biologiste, comme l'oxygène, le carbone, sont les corps simples du chimiste. Mais les tissus eux-mêmes sont composés d'éléments anatomiques, et ceux-là ne sont pas encore les corps simples, car les corps simples du chimiste et du biologiste sont les mêmes : c'est du carbone, de l'hydrogène, de l'azote, de l'oxygène. Or, entre ces corps simples et les tissus se placent encore comme intermédiaires les principes immédiats. Mais, ni les corps simples, ni les principes immédiats ne jouissent de propriétés vitales envisagées isolément; ce qui en est doté, ce sont les éléments anatomiques formés par la combinaison d'un certain nombre de principes immédiats. Eux seuls ont la propriété de se nourrir, de donner

naissance à d'autres éléments anatomiques ; de plus, certains d'entre eux jouissent de la propriété de se contracter, d'être sensibles. Ainsi donc la sensibilité et la contractilité ne sont pas des propriétés générales de la matière organisée ; elles ne dérivent pas, quant à leur dose, de la texture des parties, elles dépendent de leur structure, c'est-à-dire des éléments nerveux et musculaires que ces parties contiennent.

C'est pour avoir envisagé le tissu comme partie simple, tandis que c'est un tout encore assez complexe, que Bichat a fait de ses propriétés de véritables forces disséminées au milieu de matériaux hétérogènes et agissant sur chacun d'eux avec une intensité variable. Quand Bichat, plaçant la sensibilité organique dans le tissu cellulaire, le tissu nerveux, le tissu cartilagineux, dit qu'entre la propriété de sensibilité organique et celle de sensibilité animale, il n'y a pas de différence de nature, mais une différence de dose ; de même, quand Bichat dit que l'on passe par gradations de la contractilité organique insensible qui pourvoit à la nutrition de l'ongle, à la contractilité organique sensible qui préside aux mouvements de l'estomac, c'est moins, comme on le voit, la propriété même de la matière inhérente à sa constitution moléculaire ou même à son arrangement qu'il fait intervenir, que deux forces éparses dans l'intérieur des tissus et pénétrant ceux-ci à doses variables. Du principe vital unique de Barthez à ce principe double de Bichat, la distance n'est pas immense.

Organicisme de Rostan. — Rostan est le chef de cette école qui, au lieu d'attribuer les phénomènes de la vie à des forces spéciales, les fait dériver de la structure même des organes.

Partant de l'origine de l'être vivant, Rostan admet tout d'abord que le germe donne à l'œuf une impulsion, en vertu de laquelle l'organisation commence. L'organisation, étant créée, jouit de l'aptitude de former les organes, de les développer, de leur donner toutes les propriétés, toutes les aptitudes qui les caractérisent, et les effets sublimes de l'organisation s'effectuent pendant toute l'existence jusqu'à la mort. C'est donc parce que les organes ont une certaine structure, qu'ils sont doués de propriétés particulières, et la fonction est la manifestation de ces propriétés, qu'il appelle organiques (dérivant des organes). Ainsi, tandis que Bichat rattachait la propriété à une force inhérente aux tissus, Rostan fait de la propriété le mode d'activité des organes, variable avec la composition de ceux-ci. Bichat disait. Si le rein sécrète l'urine, c'est qu'il existe dans le rein une contractilité organique insensible et une sensibilité organique qui favorisent l'issue hors des vaisseaux de la glande de certains matériaux qu'ils contiennent. Rostan dit : C'est que le rein a une structure que ne possède aucun autre organe, qui diffère essentiellement du foie qui sécrète la bile, du pancréas qui sécrète le suc pancréatique, et c'est cette structure particulière qui lui donne la propriété de sécréter l'urine.

Si la fonction dérive de la structure même des organes, la conséquence de ce fait qui domine tous les autres par son importance, c'est que toutes les fois que la fonction est altérée d'une certaine manière, il doit y avoir

altération de .l'organe. « Il faut toutefois reconnaître, dit Rostan, que les fluides, eux aussi, peuvent être altérés, soit par les boissons, l'air atmosphérique et les aliments, en défaut ou en excès, soit par l'introduction dans l'économie de matériaux hétérogènes, soit par d'autres causes qui nous échappent. »

Si la maladie résulte d'une lésion de l'organe, ce que le médecin doit chercher avant tout, c'est de faire le diagnostic de cette lésion. La médecine des symptômes est une médecine illusoire, car le symptôme peut être fort éloigné de la lésion : ainsi le diabète, dont le symptôme le plus important consiste dans le passage du sucre dans les voies rénales, n'indique pas une maladie du rein.

Le diagnostic de la lésion devenant elle-même la base fondamentale de toute thérapeutique, c'est à la lésion que celle-ci doit s'attaquer.

Les objections n'ont pas manqué de pleuvoir sur une doctrine essentiellement différente de celle qui avait été admise jusqu'alors. « Mais, ont dit les vitalistes, vous admettez une force de création lorsque le sperme va rencontrer l'ovule, pourquoi n'admettrez-vous pas dans d'autres circonstances que celles-là des forces vitales?

Rostan répond : « Cette force n'est autre chose que le Créateur lui-même qui organise, mais ne communique pas une force qu'il ajoute à l'être organisé, ayant mis dans cet être avec l'organisation la disposition moléculaire apte à se développer ». Et pour mieux faire comprendre sa pensée : « Cet Être tout-puissant a créé l'homme comme les autres êtres organisés. C'est l'horloger qui a construit l'horloge, et, en la montant, lui a donné le pouvoir de parcourir des phases successives, de marquer les heures, les minutes, les secondes, les époques de la lune, les mois de l'année, tout cela pendant un temps plus ou moins long; mais ce pouvoir n'est autre que celui qui résulte de sa structure, ce n'est pas une propriété à part, une qualité surajoutée, c'est la machine montée. »

Cette réponse était en même temps une réponse à l'accusation d'athéisme qui avait été portée contre lui ; il s'efforce aussi d'échapper à l'accusation de matérialisme qui lui avait été faite, en cherchant à faire voir qu'il est moins matérialiste que beaucoup d'animistes : « Un grand nombre, en effet, dit-il, ont fait de l'âme un principe capable d'être atteint par la maladie; l'âme est donc pour eux corruptible, susceptible de mourir, tandis que moi, j'admets une âme dirigeant les actes cérébraux immatériels. »

Pour Rostan, avons-nous dit, les fonctions des organes dérivent de leur structure : si le poumon respire, c'est qu'il a une structure qui lui permet de le faire, de même si l'estomac digère. Or, énoncer des faits, c'est rappeler le *virtus dormitiva* de l'opium, c'est ne rien dire sur la cause des actes pulmonaires, stomacaux, etc., et sous ce rapport, la doctrine biologique organicienne n'est pas supérieure aux autres. Que ce soit l'âme, le principe vital, la propriété de contractilité et de sensibilité organique, la structure, qui interviennent dans le rein, par exemple, pour donner

lieu à la sécrétion de l'urine, nous ne savons, ni dans un cas, ni dans l'autre, comment ces causes interviennent.

A coup sûr, dans les organes, tous les éléments anatomiques qui les constituent n'ont pas une égale valeur pour l'exercice de la fonction. Un organe est un instrument à rouages complexes concourant, à la vérité, tous à un but particulier, l'usage de l'organe; mais de ces rouages il en est de plus importants les uns que les autres : ainsi, dans une glande, par exemple, le tissu cellulaire, les vaisseaux, les nerfs, ne remplissent pas un rôle autre que dans n'importe quel organe; mais une glande a pour rouage important l'élément épithélial qui va simplement attirer à lui les matériaux propres du sang, ou les attirera en même temps qu'il les modifiera, et la preuve c'est que si, comme l'a fait M. Bernard, on injecte de la graisse dans le canal pancréatique, on annule la production du suc pancréatique normal, on annule par conséquent la fonction du pancréas. Le pouvoir qu'a le pancréas de sécréter le suc pancréatique appartient donc plus spécialement à certains éléments de l'organe doués de propriétés particulières, les autres éléments étant des éléments accessoires, quoique cependant indispensables. Ce n'est donc qu'en réduisant l'organisme en ses éléments les plus simples, en interrogeant chacun d'eux par la voie expérimentale, que l'on parviendra à connaître les propriétés réelles de la matière, et les lois qui les régissent.

Passons à l'application qu'a faite Rostan de sa doctrine biologique à la pathologie. Reconnaissant que la fonction est la manifestation des actes physiologiques de l'organe, il admet que tout trouble dans la fonction indique une lésion de l'organe. On lui objecte que dans un certain nombre de maladies, il ne se rencontrait pas de lésions; il répond à cela que la lésion peut n'être qu'instantanée, qu'on peut l'avoir mal cherchée, qu'elle peut avoir disparu après la mort; enfin qu'elle peut exister dans les fluides de l'économie, et que l'étude de ces fluides n'a pas encore été assez approfondie pour qu'on puisse reconnaître leur altération. Certainement ce côté a été le beau côté de la doctrine de Rostan; avant lui, quand on ne trouvait pas de lésion, on attribuait la maladie à un simple trouble dans les propriétés vitales. Rostan a suscité de toute part le zèle des anatomo-pathologistes, et l'on n'a pas tardé à rencontrer des altérations matérielles dans un grand nombre d'affections où elles avaient été niées.

Depuis cette époque le nombre des hydropisies essentielles, des hémorrhagies passives, des asthmes nerveux, des folies par simple trouble dynamique, s'est restreint de plus en plus. Mais il faut présumer que si aujourd'hui on n'a pas encore rencontré dans chaque maladie la lésion qui en est l'origine, c'est que l'on n'a pas encore suffisamment inspecté avec le microscope l'élément anatomique, avec les analyses chimiques les principes immédiats des liquides et des solides.

PROPRIÉTÉS VITALES ÉLÉMENTAIRES DE M. ROBIN. — PROPRIÉTÉS DE NUTRITION, DE DÉVELOPPEMENT, DE GÉNÉRATION, DE CONTRACTILITÉ, D'INNERVATION. — M. Robin donne le nom de vie à la manifestation de propriétés inhérentes

et spéciales à la matière organisée. Pour M. Robin, le mot de propriété vitale s'applique au mode d'activité de la matière vivante, et n'indique nullement qu'il se cache sous cette activité quelque entité, archée, principe vital, force vitale. Pour lui, ces propriétés résultent de l'association entre eux de principes immédiats d'ordre divers concourant à constituer les éléments anatomiques; elles ont pour siége par conséquent ces éléments, c'est pourquoi on les appelle propriétés vitales élémentaires.

La substance organisée présente au moins une propriété vitale, la nutrition, caractérisée par le double mouvement de combinaison et de décombinaison qui s'effectue d'une manière continue et sans se détruire. « Cette propriété est inhérente à la matière comme l'acidité ou l'alcalinité sont inhérentes à l'acide sulfurique ou à certains oxydes; mais elle n'est ni un principe ni un résultat. Elle n'est pas plus un principe que l'alcalinité et l'acidité autrefois admises comme principes distincts de la matière brute ne sont des principes; elle n'est pas plus un résultat que l'alcalinité n'est, dans l'ammoniaque, les oxydes, les alcaloïdes, etc., un résultat susceptible d'être déduit de leur composition. »

La propriété de nutrition est subordonnée d'une manière directe et complète à la chimie : « Ces actes, dit M. Robin, sont nécessairement chimiques, puisqu'ils consistent en une suite continue de compositions et de décompositions plus ou moins profondes. Au moment où a lieu une combinaison chimique quelconque, il se passe réellement quelque chose d'analogue à la vie, mais avec cette différence que le phénomène est instantané ici et cesse dès qu'il est produit, tandis que dans tout organisme placé dans un milieu convenable, il se renouvelle continuellement par cette lutte régulière et permanente entre le mouvement de composition et de décomposition; c'est de là que résultent le maintien et le développement de l'état organique, en même temps que l'impossibilité d'un entier accomplissement de l'acte chimique. »

Outre la propriété de nutrition, la matière organisée peut posséder celle de développement, de reproduction, de contractilité, d'innervation; mais celles-ci ne peuvent apparaître indépendamment de la première, car la propriété de nutrition est la condition fondamentale d'existence de toutes autres.

Les quatre premières, communes aux végétaux et aux animaux, sont dites propriétés végétatives; les deux dernières, appartenant exclusivement aux animaux, sont appelées propriétés animales.

Les corps organisés ne jouissent pas seulement de propriétés d'ordre vital, ils possèdent aussi des propriétés d'ordre physique et d'ordre chimique. Ces propriétés sont de plus une condition d'existence des propriétés vitales, comme la propriété de nutrition est une condition d'existence des deux autres propriétés végétatives de développement, de génération et des deux propriétés animales de contractilité, d'innervation. Ces propriétés d'ordre physique et chimique sont : 1° la ténacité et la consistance; 2° la rétractilité; 3° l'extensibilité; 4° l'élasticité; 5° l'hygro-

métricité; 6° le racornissement; 7° la propriété d'ordre chimique de se combiner ou de se décomposer au contact de tel ou tel agent chimique.

Les tissus étant la réunion des éléments anatomiques, chaque tissu a des propriétés d'ordre vital et d'ordre physique et chimique. Les propriétés vitales des tissus sont naturellement les mêmes que celles que présentent les éléments anatomiques qui les composent, mais elles n'offrent plus la même netteté que dans les éléments pris à part, par suite de leur enchevêtrement réciproque. Les propriétés d'ordre physique et chimique possèdent au contraire leur plus grand développement dans les tissus, variant cependant selon la texture et selon la nature des éléments constituants.

Pour M. Robin, la maladie est une altération des propriétés vitales des parties vivantes; or, comme ces propriétés dérivent de la constitution de la matière et de son arrangement moléculaire, de plus résident dans les éléments anatomiques, toute maladie doit reconnaître pour cause une altération de ceux-ci.

Le grand fait qui domine surtout les idées de M. Robin est, comme on peut le voir, celui-ci : Ni les organes, ni les tissus, ne sont les derniers termes auxquels on doive s'arrêter dans l'étude analytique des phénomènes biologiques. Au-dessous des organes, des tissus, il y a les éléments anatomiques, et c'est à eux que l'on doit rapporter les propriétés de la matière organisée. Pour connaître la vie dans ce qu'elle a d'abordable à nos investigations, il est donc nécessaire de connaître les phénomènes élémentaires, origine des phénomènes complexes qui la constituent, et ce n'est que lorsque l'on possédera ces notions que l'on parviendra à la connaissance des propriétés de tissus, assemblage d'éléments anatomiques; de là à l'usage des organes, assemblages de tissus; de là aux fonctions des appareils, assemblage d'organes; de là à la vie tout entière, résultante en quelque sorte de l'activité de toutes les fonctions.

Au point de vue pathologique, la doctrine de M. Robin se rapproche de celle de Rostan. Pour l'un et l'autre, la maladie consiste dans une altération matérielle; seulement, tandis que Rostan a égard à la lésion de l'organe, M. Robin envisage la lésion de l'élément anatomique. Certainement quand la lésion est visible à l'œil, l'organicien est en droit de dire que l'organe est malade; mais si la lésion échappe à la vue, celui-ci devient impuissant, et ce ne peut être qu'en examinant sous le champ du microscope les éléments que l'on suppose altérés, que l'on pourra saisir les modifications qu'ils ont subies. Que de lésions, du reste, même visibles, sont indéchiffrables par l'œil, s'il n'est pas armé d'instruments grossissants; que de fois le microscope, à propos de tumeurs, par exemple, vient rectifier des erreurs que la vue simple nous a fait commettre. Que connaîtrions-nous des lésions du ramollissement cérébral, de l'ataxie locomotrice, de l'atrophie graisseuse de l'enfance, du tubercule, du cancer, etc., si nous avions été privés de ce précieux instrument? On ne peut donc nier que les études microscopiques ne soient une des grandes causes du progrès qui se réalise à notre époque en médecine et en chirurgie; en élargissant

de plus en plus le champ de nos connaissances en anatomie pathologique, elles nous font mieux connaître les conditions pathogéniques, et concourent ainsi de la façon la plus puissante à faire de la médecine une science exacte, un art rationnel.

DOCTRINE CELLULAIRE DE VIRCHOW. — IRRITABILITÉ NUTRITIVE, FORMATIVE, FONCTIONNELLE. — Nous venons de voir que M. Robin avait rapporté les phénomènes biologiques élémentaires aux éléments anatomiques. M. Virchow pousse l'analyse plus loin encore, et les rapporte à un seul élément anatomique, la cellule. La cellule, pour lui, est l'élément actif de l'organisme : « l'action vitale ne doit pas, en dernière analyse, être rejetée au delà de la cellule »; quel que soit l'être vivant que l'on examine, toujours il tire son origine d'une cellule, il est de plus toujours composé de cellules. « La plante nous offre un arrangement plus lâche, l'animal un arrangement plus intime de cellules, dont chacune a certains signes caractéristiques par lesquels elle devient semblable ou plutôt égale aux autres. Une cellule peut être arrondie, anguleuse, étoilée, etc., peu importe; ce qui ne change pas, c'est sa constitution : un noyau, un nucléole spécial, entourés d'une masse molle, condensée sur la périphérie en une membrane, tantôt plus tendre, tantôt plus dure, le tout formé de substances azotées de nature albumineuse, voilà la cellule organique. » Plus l'être devient parfait, plus l'organisme le devient, plus les cellules présentent de variétés. Leur activité varie avec la substance qui les forme, mais cette substance ne diffère pas de celle du monde inorganique ; ce qu'elle a de propre, c'est le groupement particulier de ses molécules, et cependant ce groupement n'est pas en opposition avec les dispositions que présentent les corps bruts dans leur état moléculaire. « Ce qui nous paraît particulier, c'est le genre d'activité, ce sont les fonctions spéciales de la substance organique, et cependant cette activité, ces fonctions ne diffèrent pas de celles que la physique étudie dans la matière inorganique. Toute la particularité se borne à ceci, que dans le plus petit espace sont condensées les combinaisons les plus variées des substances; que chaque cellule est le foyer des actions les plus intimes, des combinaisons les plus diverses, et qu'elle produit des effets que ne présente nulle part ailleurs la nature, parce que nulle part on ne trouve une semblable intimité d'action. Quelque particulière, quelque intime que soit la vie, elle n'est pas soustraite aux lois chimiques et physiques; le corps vivant n'engendre pas autrement que les corps inertes de la chaleur, de l'électricité. L'amidon se transforme en sucre dans l'animal et dans la plante comme dans une fabrique de glycose. »

Si la cellule est le seul élément actif de l'organisme, la plante, l'animal, doivent être considérés comme la résultante d'un nombre plus ou moins grand de cellules semblables ou dissemblables. Par conséquent chaque plante, chaque animal représente une somme d'unités vitales, qui portent chacune en elles-mêmes les caractères complets de la vie L'unité de la vie ne réside pas dans le cerveau, elle résulte de l'arrangement

[illegible] l'organisme [illegible] sociale, [illegible] C'est une masse [illegible] cellules; mais cette [illegible] a son activité [illegible] constituant une importante [illegible] pas moins de [illegible] C'est ainsi que l'individu est [illegible] cellulaires, [illegible] une certaine [illegible] à conserver dans son intégrité [illegible] Enfin, l'activité [illegible] n'est jamais mise en jeu que par une excitation, et toutes les fois qu'on l'éveille, c'est pour faire fonctionner, pour nourrir, ou pour former une partie. Il y a donc une irritabilité fonctionnelle, nutritive formative ou de développement.

Telle est en quelques mots la doctrine physiologique de M. Virchow, doctrine qui, comme on le voit, rapporte tous les actes de l'organisme à l'activité de la cellule. Pour que cette doctrine ait sa raison d'être, il faudrait d'abord que l'organisme soit composé exclusivement de cellules. Considérer la fibre musculaire, la fibre nerveuse, comme des modifications de cellules embryonnaires; considérer le tissu cellulaire comme un produit artificiel qui, dans les conditions normales, ne serait qu'une substance amorphe destinée à unir les cellules, ce sont là de pures conceptions de l'esprit qui n'ont rien de réel. Les fibres musculaires, les fibres nerveuses, ne dérivent pas de cellules, ne sont par conséquent pas des cellules modifiées quant à la forme; il est trop facile de constater ce fait sur de jeunes embryons, pour ne pas le mettre en doute d'une façon absolue; d'autre part, il est trop facile de vérifier sur le tissu cellulaire vivant non séparé de l'animal la présence de la fibre lamineuse, pour que l'on puisse avoir un seul instant l'idée de la regarder comme un produit artificiel. La fibre musculaire, le tube nerveux, la fibre lamineuse, restent donc des éléments anatomiques distincts des cellules, et jouissent comme celles-ci d'activités propres, en rapport avec leur nature.

Jusqu'à M. Virchow on avait admis, que seules la fibre musculaire et la fibre nerveuse étaient irritables, c'est-à-dire la première capable de réagir sous l'influence d'excitations par des phénomènes de mouvement, la seconde sous la même influence par des phénomènes de sensibilité ou de mouvement. A cette double irritabilité qu'il comprend sous le même nom d'irritabilité fonctionnelle, M. Virchow ajoute l'irritabilité nutritive et l'irritabilité formative ou de développement, caractérisées, la première par la propriété qu'a la cellule d'augmenter sa nutrition, la seconde par la propriété qu'elle possède de donner naissance à des générations de cellules, alors qu'une excitation dans l'un et l'autre cas est faite sur l'élément cellulaire. Telles sont les preuves apportées à l'appui de son opinion : M. Vir-

chow traverse un cartilage par un fil, et examinant au microscope, au bout d'un certain temps, les cellules qui avaient été en contact avec le fil, il voit ces cellules augmentées de volume, tandis que les cellules éloignées du fil ne présentaient aucune modification. Au contact d'un séton qui perçait la peau d'un animal, les éléments cellulaires de cette membrane étaient devenus plus volumineux; il en était de même des éléments cellulaires de la cornée, sous l'influence d'une piqûre faite dans son épaisseur. Il constate de plus que le plasma, sous l'influence de ces excitations diverses, n'avait pénétré que les éléments cellulaires, et ne s'était pas disséminé dans les intervalles que ceux-ci laissent entre eux. Enfin, dans un degré plus avancé d'irritation, Virchow croit assister à la multiplication des éléments cellulaires, et explique ainsi la formation des globules du pus.

Malgré l'autorité du professeur de Berlin, nous ne pouvons nous rendre à son opinion. Maintes fois nous avons laissé à demeure une aiguille dans le tissu cartilagineux des articulations de pattes de grenouilles, dans les muscles, dans les testicules des mêmes animaux, et jamais nous n'avons vu chez ceux-ci le moindre développement d'une cellule cartilagineuse, d'une fibre musculaire, d'une cellule spermatique. Quant à l'augmentation de volume des éléments cellulaires de la cornée; sous l'influence d'une piqûre, des éléments cellulaires de la peau sous l'influence d'un séton, le fait est possible, certain même pour la cornée; mais il nous semble bien évident que cette augmentation de volume n'est que la conséquence d'une excitation qui a retenti par action réflexe sur les vaisseaux les plus voisins des points irrités; peut-être même cette excitation est-elle portée, dans la peau du moins, directement sur les vaisseaux touchés par le corps étranger, ceux-ci, se dilatant, laissent passer dans leur intérieur une plus grande quantité de sang, dont profite l'élément cellulaire pour son développement. Ne savons-nous pas du reste qu'une piqûre de la cornée, ou la présence d'un corps étranger quelconque dans l'épaisseur de cette membrane, donne lieu constamment au développement des vaisseaux de la conjonctive et même de la sclérotique, qui, comme on le sait, alimentent la cornée? Or, cette dilatation ne peut évidemment pas être attribuée au pouvoir attractif des cellules pour les matériaux plasmatiques du sang, car elle se fait dans un point trop éloigné des cellules qui ont été irritées.

Est-il possible, du reste, d'admettre que, quand sous l'influence d'une impression sapide, par exemple, les glandes salivaires sécrètent avec plus d'énergie, ce ne soit pas l'excitation faite sur la muqueuse linguale qui soit la cause de la dilatation des vaisseaux de ces glandes, et que l'abord d'une plus grande quantité de sang qui traverse celles-ci en cet instant ne fournisse pas aux cellules glandulaires plus de matériaux? Quand après l'ingestion d'une grande quantité de liquide, la sécrétion urinaire augmente, quand après le repas le lait d'une nourrice remplit rapidement la mamelle, quand sous l'influence d'une certaine température les glandes sudoripares sécrètent avec abondance, est-ce à l'activité de la cellule

qu'il faut s'en référer pour expliquer l'augmentation de ces sécrétions?

Il nous paraît bien certain que la cellule ne jouit d'une activité plus grande dans ces cas, que parce qu'il passe dans ces glandes une plus grande quantité de sang. Enfin il est facile de s'assurer, comme nous l'avons fait sur le cochon d'Inde et sur le lapin, que les globules de pus sont loin de se produire avec la même prolifération, suivant qu'on excite le tissu cellulaire des membres postérieurs en y déposant des corps étrangers, les nerfs sciatiques et cruraux étant préalablement coupés, ou bien étant conservés : dans le premier cas, au contact des corps étrangers, on ne trouve généralement qu'un liquide plastique plus ou moins concret, contenant peu de globules de pus; dans le second cas, au contraire, on rencontre une purulence des plus manifestes, preuve bien évidente au moins de l'influence du système nerveux sur la production de cette humeur.

Sans aucun doute la cellule a une activité spéciale, en vertu de laquelle elle attire incessamment vers elle les matériaux qui s'échappent du sang, mais cette propriété lui est commune avec tous les éléments anatomiques. Ce qui est improbable, c'est que la cellule jouisse de la faculté d'augmenter son pouvoir nutritif par son autonomie, par une cause placée seulement en dedans d'elle-même, et sous l'influence d'une irritation portée sur elle directement.

Éclectisme.

L'admission d'un seul principe pour expliquer la vie n'a pas satisfait tous les savants ; aussi quelques-uns se sont-ils crus dans la nécessité de faire intervenir à la fois une série de causes, l'âme, le principe vital, les propriétés de la matière, etc. C'est là ce qui caractérise l'éclectisme, qui a eu à presque toutes les époques des partisans, et qui de nos jours est surtout représenté par M. Bouchut. C'est aux vues seules de cet auteur que nous nous arrêterons un instant. « Toute doctrine, dit M. Bouchut, qui ne s'appuie que sur un des éléments de la nature de l'homme, si elle est vraie par un de ses côtés, est nécessairement fausse par ce qui lui manque des autres. A force de ne vouloir tenir compte, les uns que de l'âme à la fois chargée des fonctions motrices et des opérations matérielles de la vie, les autres que de la nature, du pneuma, de l'archée, de la sensibilité générale, du principe vital, etc., les autres enfin que des organes et de leurs propriétés, les médecins n'ont édifié que des systèmes sans valeur et sans durée, plaçant l'observation devant un homme de fantaisie qui n'est point dans la nature. Il n'y a de vraie doctrine médicale que celle qui tient compte des trois éléments constitutifs de l'homme : l'âme, le ferment séminal, et l'organisation avec ses propriétés de tissu. »

Pour M. Bouchut, l'âme est le principe de la vie, mais il y a au-dessous de l'âme, et à son service, un agent subalterne des forces créatrices et conservatrices ; ce principe est une substance matérielle, un ferment, qui

par son mélange au germe devient l'essence de la formation et de la conservation des organes vivants. Il est complétement indépendant des propriétés vitales que possèdent les organes des êtres vivants; cet agent est une sorte d'intermédiaire entre l'âme et l'organisation avec ses propriétés.

Tous les infusoires, tous les pollens, tous les spermatozoaires, sont des ferments « qui mettent en mouvement la matière organique pour la décomposer afin de la reproduire, ou pour l'attirer dans des combinaisons nouvelles appartenant à des êtres d'une organisation plus compliquée ». C'est en envisageant les phénomènes embryogéniques, en étudiant la transmission par hérédité de la ressemblance, des maladies, des vices de conformation, des aptitudes dans l'espèce, dans la race, qu'il est conduit à attribuer au ferment séminal une puissance que d'autres placèrent dans le principe vital ou quelque principe semblable.

Tel est le mode d'action de ce ferment : « Mélangé au ferment séminal, le germe se met en mouvement, absorbe de l'oxygène, rejette l'acide carbonique (le fait est facile à constater sur l'œuf de poule), s'échauffe, se divise, et engendre une foule de cellules vivantes qui forment bientôt une membrane, où paraîtront les rudiments du nouvel être. Combinées et diluées dans cette substance, toutes les cellules qui se sont formées et d'où sortent les organes, en conservent un atome qui les vivifie d'une façon identique et particulière, ce qui forme déjà les diathèses. Pour toujours cette imbibition aura de l'influence sur la nutrition de l'individu, et tant qu'il vivra, ce ferment, qui est dilué partout, continuera d'appeler à lui les matières organiques pour maintenir la forme des organes, comme primitivement il avait appelé ces matières pour les créer et les constituer selon le type spécifique. C'est à ce point que dans les êtres inférieurs coupés en morceaux, le ferment contenu dans chaque partie recomplète l'animal en lui donnant ce qui lui manque. La tête du limaçon, l'œil ou le bras de la salamandre, la queue du lézard, la moitié des planaires, les membres des polypes, etc., se reproduisent après leur ablation au moyen de l'instrument tranchant. Chez l'homme, il n'en est pas ainsi, mais l'agent vital refait les parties au fur et à mesure que les décompose le mouvement d'absorption interstitielle; il répare les parties blessées, et c'est quand il cesse d'agir naturellement ou accidentellement, que toute fermentation venant à s'interrompre, on voit arriver la mort. »

Ainsi M. Bouchut est animiste en admettant l'âme, organicien en donnant aux organes des propriétés dues à leur arrangement, vitaliste en mettant la création et la conservation des organes sous la dépendance d'un principe particulier matériel, force toujours agissante, le ferment séminal.

Si nous faisons abstraction de l'âme, principe sur lequel nous nous sommes expliqué, nous devons reconnaître que l'on doit prendre en très-grande considération, pour se rendre compte de l'origine de tous les êtres vivants, de l'union d'une substance matérielle appartenant au mâle avec la substance matérielle de la femelle. Mais il faut reconnaître aussi que ce n'est là qu'une condition pour l'apparition et la continuation

de ces phénomènes si complexes qui vont s'accomplir dans l'être procréé. Sans doute, la ressemblance des enfants aux parents, la transmission des vices héréditaires, des caractères physiques d'espèces, de races, indiquent que le mélange de la substance mâle et de la substance femelle joue un rôle immense dans les phénomènes évolutifs de l'œuf. Mais dire que cette substance, véritable ferment, devient l'essence de la formation et de la conservation des organes vivants, que toutes les cellules pendant la vie de l'être conservent un atome de ce ferment qui les vivifie, qui continue à appeler à lui les matières organiques pour maintenir la forme des organes, ce sont là des assertions qui ne peuvent jamais avoir que la valeur d'une hypothèse.

L'historique que nous venons de faire sur la façon dont la vie a été considérée à toutes les époques, est loin de contenir toutes les idées qui ont eu cours dans la science à ce sujet; nous n'avons voulu indiquer que les étapes les plus remarquables où l'esprit humain s'est arrêté depuis les temps les plus reculés jusqu'à nos jours. De cette étude il est facile de conclure qu'au fur et à mesure que les sciences physico-chimiques marchèrent dans la voie du progrès, on dut reconnaître que les êtres vivants n'étaient point soustraits aux lois qui régissent la matière inerte, que les êtres vivants n'étaient en réalité qu'un rayonnement de ce grand tout que l'on appelle l'univers, et que la spécialité de leurs manifestations était plutôt inhérente à une constitution que l'on ne retrouve nulle part ailleurs, qu'à des forces, des principes immatériels sans analogue dans les autres corps de la nature. Mais il faut dire aussi que l'introduction dans les sciences de la méthode de Bacon, et surtout le perfectionnement incessant qui lui a été apporté, a été pour une grande part dans cet immense résultat. Le vitaliste Barthez comprend un des premiers l'utilité d'une telle méthode, qui se résume par ces mots : observer, expérimenter, induire. Barthez s'égare parce qu'il observe sur l'homme. Haller l'applique à l'étude des animaux, et en fait sortir un jet de lumière qui guida dans leurs recherches toutes les générations qui le suivirent. Bichat s'en empare, lui aussi, mais l'étendue de son génie le fait rompre avec les chaînes qui l'unissent à elle.

Enfin c'est à l'école des naturalistes en Allemagne, des positivistes en France, que revient l'honneur de l'avoir établi sur une base solide, et d'avoir porté le dernier coup à ces entités idéales invoquées pendant tant de siècles pour expliquer la vie, pour leur substituer d'une façon définitive les propriétés de la matière.

Parmi les hommes qui se sont occupés du perfectionnement de la méthode expérimentale et qui ont fait le plus d'efforts pour la répandre, il faut citer M. Claude Bernard. L'importance que nous accordons à la connaissance des principes de cette méthode nous force de donner au moins une rapide analyse des vues de cet auteur, consignées dans son introduction à l'étude de la médecine expérimentale.

Le caractère essentiel de tout fait scientifique est d'être déterminé ou

du moins déterminable ; déterminer un fait, c'est le rattacher à une cause immédiate et l'expliquer par elle. Tel est le but de la méthode expérimentale. Elle ne tend partout et toujours qu'à rattacher par l'expérience les phénomènes naturels à leurs conditions d'existence ou à leurs causes prochaines.

La limite de nos connaissances est la même dans les phénomènes des corps bruts et dans les phénomènes des corps vivants ; chez les uns et chez les autres, nous n'atteignons jamais que le comment, le pourquoi nous échappe. Quand nous sommes arrivés à déterminer la condition d'existence d'un phénomène, c'est-à-dire la cause prochaine, nous ne pouvons rien savoir au delà. Ainsi nous savons qu'une molécule d'oxygène et deux molécules d'hydrogène forment de l'eau ; nous savons la condition de la formation de l'eau, mais pourquoi l'eau se formera dans cette condition, voilà ce qui pour nous sera toujours un mystère. « Si en physiologie nous prouvons, par exemple, que l'oxyde de carbone tue en s'unissant plus énergiquement que l'oxygène à la matière du globule du sang, nous savons tout ce que nous pouvons savoir sur la cause de la mort. L'expérience nous apprend qu'un rouage de la vie manque, l'oxygène ne peut plus entrer dans l'organisme parce qu'il ne peut pas déplacer l'oxyde de carbone de son union avec le globule. Mais pourquoi l'oxyde de carbone a-t-il plus d'affinité pour le globule du sang que l'oxygène ? et pourquoi l'entrée de l'oxygène dans l'organisme est-elle nécessaire à la vie ? C'est là la limite de notre connaissance, et en supposant que nous parvenions à pousser plus loin l'analyse expérimentale, nous arrivons à une cause sourde à laquelle nous serons obligés de nous arrêter sans avoir la raison première des choses. »

Quand le déterminisme relatif est établi, le but scientifique est atteint; on pourra, en étudiant les conditions des phénomènes, arriver à une série de connaissances, mais la nature du phénomène observé n'en restera pas moins totalement inconnue. Ainsi, quand nous savons que le sang est une condition nécessaire à la contraction musculaire, aux phénomènes d'innervation, nous ne sommes pas plus avancés sur la nature première de la contractilité, de l'innervation ; de même quand nous savons que le frottement produit l'électricité, nous ne savons rien sur la nature première de l'électricité.

La méthode expérimentale repose tout entière sur la vérification expérimentale d'hypothèses scientifiques. En méthode expérimentale, l'hypothèse est une idée scientifique qu'il s'agit de livrer à l'expérience ; quand l'hypothèse est soumise à la méthode expérimentale, elle devient une théorie, tandis que soumise à la logique seule, elle devient un système. Une théorie, pour rester bonne, doit toujours se modifier avec les progrès de la science, et demeurer constamment soumise à la vérification et à la critique de faits nouveaux qui apparaissent. Un système au contraire est une théorie que l'on regarde comme immuable, et que l'on prend pour point de départ de déductions ultérieures, que l'on se croit dispensé de

soumettre désormais à la vérification expérimentale. M. Claude Bernard repousse tout système philosophique en médecine, comme il repousse tout système médical. Le meilleur système philosophique, dit-il, est de ne point en avoir; mais il ne repousse pas pour cela l'esprit philosophique. La philosophie, en agitant sans cesse la masse inépuisable des questions non résolues, stimule et entretient un mouvement salutaire dans les sciences; elle découvre sans cesse de nouveaux horizons qui peuvent mettre l'investigateur sur la voie des découvertes, elle entraîne à la recherche des vérités qui sont en dehors d'elle. « Une science qui s'arrêterait dans un système resterait stationnaire et s'isolerait, car la systématisation est un véritable enkystement scientifique, et toute partie enkystée dans un organisme cesse de participer à la vie générale de cet organisme. Les systèmes tendent donc à asservir l'esprit humain, et la seule utilité qu'on puisse, suivant moi, leur trouver, c'est de susciter des combats qui les détruisent en agitant et en excitant la vitalité de la science. »

Ainsi les principes de la méthode expérimentale développés par M. Claude Bernard sont les suivants : N'admettre l'hypothèse que comme point de départ de l'investigation scientifique ; la rejeter si elle ne reçoit pas sa confirmation dans l'expérimentation ou l'observation ; s'arrêter dans ses recherches au déterminisme des phénomènes, c'est-à-dire à la connaissance de leurs causes prochaines, et ne point aspirer à la connaissance des causes premières ; généraliser les faits observés, c'est-à-dire théoriser ; bannir toute idée systématique; enfin ne pas fermer la porte à la philosophie, *qui entretient la soif de l'inconnu et le feu sacré des recherches.*

Nous n'examinerons pas en quoi les principes de cette méthode diffèrent de celles de l'école positiviste, de l'école naturaliste, de celle des Cuvier, des Geoffroy Saint-Hilaire; toutes ces méthodes, y compris celle de M. Bernard, ont pour base l'observation, l'expérience, le raisonnement, et ne diffèrent les unes des autres que par l'importance qu'elles accordent à ces moyens dans l'investigation scientifique. Ce en quoi la méthode de M. Bernard paraît surtout se distinguer des autres, c'est dans la limite qu'elle paraît vouloir imposer au raisonnement, en ne lui permettant pas d'atteindre la hauteur d'une doctrine. « La médecine expérimentale, ne devant pas aller au delà des phénomènes, n'a besoin de se rattacher à aucun mot systématique ; elle ne sera ni vitaliste, ni animiste, ni organiciste, ni solidiste, ni humorale, elle sera simplement la science qui cherche à remonter aux causes prochaines des phénomènes de la vie à l'état sain et à l'état morbide. Elle n'a que faire en effet de s'embarrasser de systèmes qui, ni les uns ni les autres, ne sauraient exprimer la vérité. »

Tout en reconnaissant la grande valeur que l'on doit accorder au déterminisme, nous croyons cependant qu'il n'est pas aussi incompatible avec les idées de systématisation que le pense M. Claude Bernard ; seulement nous ne donnerons pas au mot doctrine la signification que cet auteur lui

donne. Pour M. Bernard, une doctrine est une hypothèse qui n'est soumise qu'à la logique seule, tandis qu'une théorie est une hypothèse soumise à la méthode expérimentale. Sans doute, une doctrine ainsi conçue doit être rejetée comme inutile, incapable de desservir les intérêts de la science. Mais une doctrine ne peut-elle donc être considérée comme une systématisation d'idées, dérivant d'un certain nombre de théories étayées par l'observation et l'expérience? Qu'est-ce, en effet, que la doctrine des propriétés vitales élémentaires, si ce n'est une systématisation d'idées, dérivant des théories de la contraction, de l'innervation, de la nutrition, du développement, de la reproduction, théories qui aboutissent toutes à nous montrer, d'après les données expérimentales, que si la matière vivante est soumise aux mêmes forces que celles du monde extérieur, elle manifeste cependant des activités spéciales, et qu'elle tient ces activités de la composition et de l'arrangement des principes immédiats contenus dans l'élément anatomique? Certainement cette doctrine ne nous apprend rien sur l'essence des phénomènes qui se passent chez les êtres vivants, à plus forte raison reste-t-elle muette sur la cause qui préside à l'harmonie de l'organisation en activité. Mais acceptons-la au moins comme une formule de tout ce que l'on peut concevoir de plus général et de plus positif à la fois dans l'état actuel de la science sur la nature des phénomènes que nous observons chez les êtres de la création, sauf à la reviser le jour où ces idées seraient démontrées fausses.

Cette réserve étant faite, nous adoptons complétement les principes de la méthode expérimentale. Créée en réalité pour concourir de la façon la plus certaine aux progrès, elle doit aussi servir de guide à qui prend à tâche de reproduire l'état de la science dans ce qu'elle a de positif. Livrée aux caprices de l'imagination, la plume nécessairement s'égare ; car les vérités ne sont pas innées, elles sont le fruit de l'intelligence humaine s'exerçant sur des faits matériels perceptibles par nos sens : aux facultés de l'esprit il faut donc un frein pour les modérer, un flambeau pour les guider; la méthode seule peut donner l'un et l'autre. L'observation et l'expérience seront toujours la base de notre raisonnement, de toutes nos déductions théoriques et pratiques; là où l'observation et l'expérience seront muettes, nous serons muets aussi. Enfin, autant que nous le pourrons, nous ferons servir à un contrôle mutuel tous les moyens d'investigation auxquels il nous est permis de recourir : l'anatomie, l'histologie, la physique, la chimie, l'histoire naturelle, la pathologie, sont toutes sciences solidaires qui doivent, à notre époque, se prêter appui, faire cause commune pour la recherche de la vérité.

PHYSIOLOGIE GÉNÉRALE

DES CONDITIONS DE LA VIE

Dans l'impossibilité où nous nous trouvons de remonter dans les connaissances que nous pouvons acquérir sur la vie jusqu'aux causes premières, nous sommes réduits à nous demander à quelles conditions élémentaires la vie est subordonnée. A deux conditions : la première c'est que les êtres qui en sont doués possèdent une organisation, la deuxième c'est qu'ils soient placés dans un certain milieu. Organisation et milieu, voilà les deux termes sans lesquels la vie n'est point concevable, car c'est dans l'organisation que la matière vivante puise les propriétés qui la caractérisent, c'est au milieu que l'organisation emprunte les éléments de sa rénovation nécessaire à sa persistance et à la conservation de ses propriétés.

DE L'ORGANISATION.

Un des caractères qui distinguent avant tout les êtres vivants des corps inertes, c'est leur composition. Tandis que ceux-ci ont une composition identique dans toute leur masse, ceux-là, au contraire, sont formés par la dissolution et l'union réciproques de principes immédiats nombreux. C'est à cet état de dissolution et d'union complexe que présentent les principes d'ordres divers dans les matières solides, ou demi-solides, ou liquides des êtres vivants que l'on donne le nom d'*organisation* (Robin).

Une matière complétement homogène, amorphe, une cellule épithéliale, une fibre, un élément anatomique quelconque, représentent les degrés d'organisation les plus simples, les plus élémentaires, dès que ces parties sont constituées par la combinaison et la dissolution de principes immédiats d'ordres divers. Si simples que soient de pareilles organisations, elles possèdent en elles tout ce qu'il faut pour vivre dans un milieu convenable. Un tissu formé par la réunion d'un certain nombre d'éléments anatomiques est déjà une organisation plus compliquée; un organe formé par un certain nombre de tissus est une organisation plus compliquée encore; enfin, le corps entier d'un animal, réunion d'un certain nombre d'organes, est le terme le plus élevé de l'organisation.

L'étude de l'organisation à l'état statique incombe nécessairement au chimiste et à l'anatomiste, mais le physiologiste qui s'occupe de l'organisation à l'état dynamique ne peut prendre connaissance des attributs de

la matière vivante, qu'à la condition d'avoir toujours présent à l'esprit comment s'effectuent ces combinaisons, ces arrangements variés et complexes des parties organiques et inorganiques dont l'ensemble constitue l'être vivant. Toutefois, nous ne présenterons sur ce point qu'un résumé extrêmement bref, renvoyant aux ouvrages spéciaux d'histologie.

En allant du simple au composé, nous voyons que la substance des êtres organisés est constituée par des corps élémentaires empruntés au règne norganique.

Ces corps sont :

L'oxygène.	Le chlore.	Le calcium.
L'hydrogène.	Le fluor.	Le magnésium.
Le carbone.	Le brôme.	Le fer.
L'azote.	Le silicium.	Le manganèse.
Le phosphore.	Le potassium.	Le cuivre.
Le soufre.	Le sodium.	Le plomb.

En tout 18 corps, dont 9 non métalliques et 9 métalliques sur 61 corps qui constituent dans le milieu qui nous entoure la matière inorganique.

2° Ces corps élémentaires dans les êtres vivants sont, les uns à l'état libre, les autres à l'état de combinaisons plus ou moins complexes; sous ces deux états, ils constituent les principes immédiats, principes que le chimiste obtient en agissant sur la matière organique sans la décomposer chimiquement, n'employant que la coagulation et les cristallisations successives. Ces principes immédiats ont été divisés en trois classes par MM. Robin et Verdeil ; chaque classe comprenant un certain nombre de tribus.

Première classe.

Ire TRIBU. — *Principes gazeux ou liquides.*

1. Oxygène.
2. Hydrogène.
3. Azote.
4. Acide carbonique.
5. Hydrogène protocarboné.
6. Hydrogène sulfuré.
7. Eau.

IIe TRIBU. — *Principes salins.*

8. Silice.
9. Chlorure de sodium.
10. Chlorure de potassium.
11. Chlorhydrate d'ammoniaque.
12. Carbonate d'ammoniaque.
13. Bicarbonate d'ammoniaque.
14. Carbonate de magnésie.
15. Carbonate de potasse.
16. Bicarbonate de potasse.
17. Carbonate de soude.
18. Bicarbonate de soude.
19. Sulfate de potasse.
20. Sulfate de soude.
21. Sulfate de chaux.
22. Phosphate neutre de soude.
23. Phosphate acide.
24. Phosphate basique de soude.
25. Phosphate de potasse.
26. Phosphate basique de chaux.
27. Phosphate des os, acide de chaux.
28. Phosphate de magnésie.
29. Phosphate ammoniaco-magnésien.

Deuxième classe.

Ire TRIBU. — *Principes acides ou salins.*

1. Acide lactique.
2. Lactate de potasse.
3. Lactate de soude.
4. Lactate de chaux.
5. Acétate de soude.
6. Acide urique.
7. Oxalate de chaux.
8. Urate de potasse.
9. Urate de soude.
10. Urate de chaux.
11. Urate d'ammoniaque.
12. Urate de magnésie.
13. Acide hippurique.
14. Hippurate de chaux.
15. Hippurate de soude.
16. Hippurate de potasse.
17. Inosate de potasse.
18. Choléate de soude.
19. Hyocholéate de soude.
20. Glycocholate de soude.
21. Acide pneumique.
22. Pneumate de soude.

IIe TRIBU. — *Principes alcaloïdes animaux.*

23. Urée.
24. Allantoïdine.
25. Cystine.
27. Créatine.
28. Créatinine.

IIIe TRIBU. — *Principes graisseux.*

29. Acide stéarique.
30. Acide margarique.
31. Acide oliaque.
32. Sels de soude ou de potasse des acides gras.
33. Cholestérine.
34. Séroline.
35. Alcine.
36. Margarine.
37. Stéarine.

(35, 36, 37) formant le suif et les huiles par mélange.

38. Stéarérine, suint de mouton.
39. Elœérine (Chevreul).
40. Phocénine.
41. Cétine.
42. Butyrine.
43. Hircine.

IVe TRIBU. — *Principes sucrés.*

44. Sucre du foie.
45. Sucre du lait.

Troisième classe.

Ire TRIBU. — *Principes naturellement liquides.*

1. Fibrine.
2. Albumine.
3. Albuminose ou peptone.
4. Caséine.
5. Pancréatine.
6. Mucosine.

IIe TRIBU. — *Principes solides ou demi-solides.*

7. Globuline.
8. Musculine.
9. Élasticine.
10. Ostéine.
11. Cartilagéine.
12. Géline.
13. Kératine.
14. Neurine.

IIIe TRIBU.

15. Hématosine.
16. Biliverdine.
17. Mélanine.
18. Urrosacine.

Les caractères assignés à ces trois classes sont les suivants :

La première classe se compose de principes cristallisables ou volatils, sans décomposition, d'origine minérale ; ils sortent de l'organisme, au moins en partie, quant à la masse, tels qu'ils y étaient entrés.

La deuxième classe comprend des principes cristallisables ou volatils,

sans décomposition, se formant dans l'organisme même, et en sortant directement ou indirectement comme corps excrémentitiels.

La troisième classe se compose de principes non cristallisables, coagulables quand ils sont naturellement liquides ou solides, dont les espèces se forment dans l'organisme même à l'aide de matériaux pour lesquels ceux de la première classe servent de véhicule, et qui, se décomposant, dans le lieu même où ils existent ou se sont formés, deviennent les matériaux de production des principes de la deuxième classe.

3° Les principes immédiats, unis molécules à molécules, se présentent à l'état liquide dans le sang, la lymphe, à l'état demi-solide dans la matière amorphe naissante. Dans les parties solides, ces principes immédiats se combinent les uns avec les autres, constituent ou des éléments configurés ayant la forme de lamelles, de fibres, de tubes, de cellules, ou des éléments amorphes creusés ou non de cavités. Ce sont ces éléments auxquels on donne le nom d'*éléments anatomiques*.

Exemples d'éléments ayant forme de cellules : cellules épithéliales, leucocytes, hématies, ovules, etc.

Exemples d'éléments ayant forme de fibres : fibres élastiques, fibres lamineuses, fibres musculaires, etc.

Exemples d'éléments ayant la forme de tubes : périnèvre, sarcolemme, tubes nerveux, tubes capillaires, etc.

Exemples d'éléments homogènes creusés ou non de cavités avec ou sans cellules : éléments cartilagineux, éléments osseux, etc.

4° Quelques-uns de ces éléments, parmi les éléments globulaires du moins, sont tenus en suspension dans les liquides de l'économie; mais la plupart s'enchevêtrent et se juxtaposent les uns à côté des autres et constituent ainsi les tissus. Tantôt les tissus sont formés d'une seule espèce d'éléments anatomiques, alors généralement ils sont étendus à la surface des autres; on a donné à ces tissus le nom de produits. Tantôt, au contraire, les tissus sont formés de plusieurs espèces d'éléments anatomiques distincts, mais parmi lesquels domine cependant un élément dit fondamental, par rapport aux autres, dits accessoires; on a donné à ces tissus le nom de constituants. Enfin sous le nom de tissus parenchymateux on a compris une variété de tissus constituants qui ne renferme aucune espèce fondamentale, mais plusieurs espèces égales en nombre, sauf parfois un tube propre, ou des vésicules tapissées d'épithélium, entre lesquels les éléments précédents forment une trame.

Exemples de tissus constituants proprement dits : tissu fibreux, tendineux, élastique, musculaire, etc.

Exemples de tissus constituants parenchymateux : parenchyme rénal, parenchyme pulmonaire, parenchyme testiculaire, parenchyme ovarien, etc.

Exemples de tissus produits : tissu épidermique, tissu épithélial, tissu pileux, tissu du cristallin.

5° Chaque tissu envisagé dans son ensemble constitue ce que l'on appelle un système. Les systèmes possèdent par conséquent tous les caractères des tissus, mais ils ont de plus une conformation générale propre à chacun d'eux et qui manque aux tissus, de plus se rattache à eux l'idée de distribution des tissus dans les diverses parties de l'économie.

Exemples de systèmes : système musculaire de la vie animale, système musculaire de la vie organique, système nerveux, système artériel, système capillaire, etc.

6° L'ensemble de parties provenant de systèmes différents constitue un tout de configuration spéciale appelé organe. Un muscle composé de parties qui appartiennent au système musculaire, tendineux, nerveux, artériel, veineux, est un organe, de même un os, une glande, le poumon, le cerveau, l'œil.

7° Enfin les organes sont reliés les uns aux autres et agencés de la façon la plus favorable pour concourir à un même but fonctionnel. C'est à l'ensemble de ces organes de nature toujours différente et réalisant le même but, que l'on a donné le nom d'appareils.

Exemples : appareils de la respiration, de la digestion, de la circulation, de la locomotion, etc.

Il est facile de voir, après ce rapide aperçu, que les êtres vivants, pour peu qu'ils soient élevés dans l'échelle, sont réductibles par l'analyse faite à l'aide du scalpel, du microscope, et des moyens que fournit la chimie, en des parties de moins en moins complexes, et que le dernier terme de cette analyse aboutit aux corps simples, l'oxygène, le carbone, l'azote, etc., appartenant tous au règne minéral, se trouvant tous dans le milieu qui nous entoure. Ce milieu est une sorte de fond commun, où les êtres vivants les plus infimes, comme ceux qui à nos yeux paraissent doués du plus grand perfectionnement, puisent les matériaux de leur constitution. Or, quels que soient les déplacements que ces corps simples éprouvent, les forces qui leur sont inhérentes restent inséparables d'elles. Que l'oxygène, l'hydrogène, le carbone, l'azote, le soufre, le phosphore, se combinent de façon à former de l'eau, de l'acide carbonique, de l'ammoniaque, de la fécule, de l'albumine, que ces combinaisons s'effectuent au sein des êtres vivants ou de la matière brute, partout et toujours ce seront les mêmes forces qui présideront à ces mutations, la cohésion et l'affinité, la cohésion qui attire les molécules les unes vers les autres, l'affinité qui les fait se combiner les unes avec les autres. Mais en se combinant entre eux, ces corps élémentaires donneront à ceux dans la composition desquels ils entrent des propriétés particulières; seulement en dehors des êtres vivants ces propriétés ne seront jamais que physico-chimiques, tandis que chez ces derniers ces propriétés, en même temps qu'elles seront physico-chimiques, pourront se manifester

par des actes essentiellement différents de ceux que présente la matière inerte. Pour qu'il en soit ainsi, il est nécessaire, toutefois, que ces corps s'unissent entre eux molécules à molécules et dans des proportions déterminées. Ce sont ces combinaisons complexes réalisées dans l'élément anatomique, combinaisons que l'on ne retrouve nulle part dans le monde inorganique, que le génie de l'homme ne parviendra probablement jamais à reproduire, ce sont ces combinaisons, disons-nous, qui donnent aux êtres vivants des propriétés d'un ordre plus élevé que celles de la matière inerte, et font de ceux-ci des corps véritablement à part dans la nature.

La condition première de la vie, c'est donc que les corps simples empruntés au milieu ambiant soient combinés entre eux dans certaines proportions, de manière à constituer des corps plus complexes les principes immédiats, et que ces principes immédiats soient eux-mêmes combinés entre eux molécules à molécules dans des proportions déterminées, de manière à donner à l'élément anatomique, résultat de cette combinaison, une structure spéciale. Or, cette condition n'est autre que celle que doit remplir ce que l'on appelle l'organisation.

D'après ce que nous venons de dire, il doit résulter que les divers modes d'activité qui se manifestent chez les êtres vivants doivent être aussi rapportés en dernière analyse à des propriétés élémentaires. La vie en effet n'est en quelque sorte que la résultante de toutes ces manifestations localisées dans les éléments les plus fins de l'économie, c'est-à-dire dans les éléments anatomiques; la vie des tissus est la résultante des propriétés des éléments anatomiques que ces tissus contiennent, elle correspond à ce que l'on appelle propriétés de tissus; la vie des organes est la résultante des propriétés de tissus, elle correspond à ce que l'on appelle les usages des organes; la vie des appareils est la résultante des usages des organes qui constituent les appareils, elle correspond à ce que l'on appelle fonctions; enfin la vie générale est la résultante des fonctions des appareils, elle correspond à ce que l'on appelle vie, activité générale des êtres vivants.

L'étude des propriétés vitales élémentaires constitue donc en quelque sorte la base de l'édifice physiologique, au sommet duquel se trouvent les fonctions. Aussi croyons-nous devoir nous y arrêter d'une façon toute spéciale.

Si complexes que paraissent être les phénomènes qui se passent chez les êtres vivants, ils se ramènent cependant toujours, soit à des phénomènes de nutrition, soit à des phénomènes d'absorption, de sécrétion, de développement, de génération, de circulation, d'innervation. A ces huit ordres d'actes vitaux correspondent huit propriétés élémentaires : 1° la propriété de nutrition; 2° celle de développement; 3° celle de génération; 4° celle de circulation; 5° celle d'innervation. Les trois premières sont communes aux végétaux et aux animaux, elles sont appelées pour cette raison propriétés végétatives. Les deux der-

nières n'appartiennent qu'aux animaux, elles sont appelées propriétés animales.

PROPRIÉTÉS VÉGÉTATIVES ÉLÉMENTAIRES.

1° Propriétés de nutrition.

Tout élément anatomique, quel qu'il soit, est le siége d'un double mouvement, l'un de combinaison, qui consiste en ce que l'élément anatomique attire à lui des principes immédiats du sang, les incorpore à sa propre substance, et fait subir à un certain nombre d'entre eux des modifications qui les rendent semblables à ceux qui préexistent, l'autre de décombinaison, qui consiste en ce que l'élément anatomique laisse échapper ces mêmes principes, après que les moins stables ont subi des changements importants dans leur état moléculaire. L'assimilation résultat du premier mouvement, la désassimilation résultat du second, tels sont les deux actes qui président à la nutrition. Ces deux actes concourent à entretenir la matière dans un état d'agitation imperceptible, constamment l'un apporte des matériaux utiles, tandis que l'autre emporte les matériaux qui ne peuvent plus être utilisés par elle, et tous deux s'accomplissent avec une harmonie telle, que la constitution, la forme, la propriété de l'élément anatomique, restent fixes et immuables, malgré les mutations incessantes dont il est le siége. Ce double mouvement se réalise dans tous les éléments des corps organisés quels qu'ils soient, chez les végétaux comme chez les animaux, et caractérise en quelque sorte la vie, aussi n'est-il pas étonnant que quelques auteurs aient emprunté pour la définition de la vie la définition même de la nutrition.

Envisagés isolément, les phénomènes de nutrition sont des phénomènes d'ordre physique et chimique.

Les phénomènes sont d'ordre physique, en ce qu'il s'établit au sein de la matière deux courants, l'un qui va du sang vers l'élément anatomique, l'autre qui va de l'élément anatomique vers le sang; il se passe là ce qui se passe à travers une membrane organique morte ou une lamelle inorganique fine, séparées l'une et l'autre par deux liquides différents et miscibles. De part et d'autre les liquides obéissent aux lois générales de l'attraction moléculaire, seulement cette attraction est modifiée par la composition des solides. En vain on chercherait, à l'aide d'appareils endosmométriques, à réaliser d'une façon complète ce qui se passe au sein de nos organes en activité. Ces expériences de laboratoire ne peuvent nous faire connaître que les conditions du phénomène, sa nature, mais elles nous laissent dans l'ignorance la plus complète sur les modifications que l'organisme lui imprime. La substance organisée, par cela même qu'elle est séparée d'un corps vivant, a perdu ces propriétés attractives que l'état de vie lui avait données; l'instabilité des principes immédiats azotés fait que ceux-ci avec la mort modifient très-promptement leur état moléculaire, par conséquent

leur propriété. En preuve, on sait que de toutes les substances liquides, celle qui passe le plus difficilement à travers les membranes, c'est l'albumine. Or, l'albumine est précisément le principe immédiat du sang qui concourt le plus à la rénovation nutritive de nos tissus, il doit par conséquent, dans l'organisme intact, traverser la substance organisée avec facilité. Ne savons-nous pas de plus que des deux courants endosmotiques, il en est toujours un qui l'emporte sur l'autre ? or, dans l'économie il n'en est certainement pas de même, car la conservation du volume des éléments anatomiques à un âge donné implique nécessairement qu'il y a égalité entre la quantité de matériaux qui arrivent à ces éléments et la quantité qui s'en échappe. La matière vivante a donc, en raison de l'état moléculaire qui lui est propre, des attractions spéciales pour les principes tenus en dissolution dans les fluides avec lesquels elle est en rapport, et nous n'arriverons à connaître ces attractions spéciales, variables suivant la constitution de l'élément anatomique, qu'en mettant en contribution : 1° les analyses chimiques, qui nous montreront que certains principes n'existent que dans des tissus donnés; 2° les observations physiologiques faites sur l'homme vivant ou l'expérimentation sur les animaux, qui nous feront voir que certains tissus se refusent à la pénétration de telle ou telle substance déposée à leur surface, tandis qu'ils admettent telle ou telle autre; 3° enfin, les expériences toxicologiques, qui nous révéleront que les poisons introduits dans le torrent circulatoire ne sont pas également attirés par les tissus, l'un allant frapper plus spécialement les fibres nerveuses motrices périphériques, l'autre la moelle, l'autre le bulbe, l'autre la substance du cœur, etc.

Ainsi les actes physiques de la nutrition qui se passent chez les êtres vivants ne diffèrent des actes physiques qui, dans certaines conditions expérimentales, sont observables chez les êtres morts ou dans la substance inorganique, que parce que la force d'attraction dans ces deux cas a pour support des matières d'une constitution différente.

Les phénomènes de la nutrition sont d'ordre chimique : 1° en ce que les principes immédiats qui parviennent aux éléments anatomiques subissent pour la plupart un changement dans leur état moléculaire, changement qui les identifie aux principes préexistants; 2° en ce que ces principes une fois assimilés se transforment et donnent naissance à des corps moins composés qu'eux, se rapprochant des corps inorganiques, la plupart étant cristallisables.

Dans l'impossibilité où l'on se trouva pendant longtemps d'expliquer par les lois de la chimie ces phénomènes, on se crut en droit de faire intervenir une force vitale. Assurément l'admission d'une telle force n'est plus nécessaire aujourd'hui ; la matière organique, par cela même qu'elle possède une constitution particulière due au mode de groupement de ses molécules, doit posséder des réactions spéciales en rapport avec sa constitution. Et en effet nous trouvons ici un ordre de phénomènes que l'on

ne rencontre que très-exceptionnellement dans les corps minéraux, nous voulons parler des phénomènes de contact ou phénomènes catalytiques; rattachés d'abord par Berzelius à une force de nature spéciale, la force catalytique, ils rentrent en réalité dans le domaine de l'affinité, dont ils ne sont en quelque sorte qu'une modalité, ainsi que M. Berthelot l'a fait voir. Dans ces phénomènes, la force active réside dans un corps matériel, qui agit par sa seule présence, tantôt pour faire subir à d'autres corps des modifications, purement isomériques, c'est-à-dire consistant en simples changements d'état moléculaire sans altération des propriétés chimiques, tantôt en dédoublant ceux-ci en un ou plusieurs principes plus simples dans leur constitution. La transformation de la matière amylacée en dextrine sous l'influence de la diastase végétale, celle de l'amygdaline en sucre et en amandes amères sous l'influencc de l'émulsine, celle de la salicine en sucre et en saligénine sous la même influence, la transformation de la glycose en acide carbonique et en alcool, sous l'influence de la levure de bière, sont des exemples de phénomènes de contact dans la substance organique morte, phénomènes que le chimiste reproduit à son gré dans son laboratoire.

L'être vivant réalise, lui aussi, des actes chimiques semblables; personne ne met plus en doute aujourd'hui que la transformation de l'albumine, de la fibrine, de la caséine, de la gélatine en peptones, sous l'influence de la pepsine, que celle de la fécule en dextrine puis en glycose, sous l'influence de la ptyaline ou de la pancératine, ne soient des phénomènes de catalyse. Or, ces phénomènes qui se passent dans le tube digestif se répètent dans l'intimité des tissus, les principes immédiats azotés qui entrent dans la composition de l'élément anatomique jouent le rôle d'agents catalytiques par rapport aux substances azotées qui s'échappent du sang, et leur font subir des modifications isomériques en rapport avec leur constitution moléculaire. Ainsi se forment dans le muscle la musculine, dans l'os l'osséine, dans le tissu élastique l'élasticine, etc., etc.

Si donc la substance organique vivante présente, dans ses actes chimiques de combinaisons nutritives, des réactions sinon semblables, du moins fort analogues à celles de la matière organique morte, ce n'est donc pas une force vitale que l'on doit invoquer pour expliquer ces phénomènes, mais les forces ordinaires de la matière.

Les actes chimiques sont-ils de même ordre dans les phénomènes nutritifs de décombinaison? C'est l'opinion de M. Ch. Robin. Cet auteur considère les produits de dénutrition, acide carbonique, créatine, créatinine, urée, acide urique, etc., comme des résultats de dédoublements catalytiques, et non comme on l'avait fait avant lui, comme des produits de combustions complètes ou incomplètes. Pour M. Robin, le mot de combustion ne doit être réservé qu'à toute combinaison où deux corps produisent du feu lorsqu'ils s'unissent (oxygène et carbone, ou hydrogène, ou soufre, etc.,) c'est-à-dire lumière et chaleur. Et, pour cet auteur, ce ne serait qu'en faussant le sens du mot de combustion qu'on serait arrivé à

[illegible] pour désigner une succession d'actes chimiques qui se rattachent aux phénomènes catalytiques.

Cette dernière, cette décomposition sous l'influence de l'oxygène des principes immédiats assimilés, en acide carbonique, créatine, créatinine, etc., n'est point identique avec celle qui se passe dans les phénomènes ordinaires de combustions dues à la combinaison de l'oxygène avec un corps simple, puisqu'il manque le phénomène lumière. Mais nous ne voyons pas les raisons sur lesquelles se fonde M. Robin pour admettre que ces transformations sont, non le résultat de la fixation de l'oxygène sur le carbone et l'hydrogène des principes immédiats, mais l'œuvre de catalyses dédoublantes. Quel est alors le corps qui agit par action de présence? Ce corps ne peut être que le principe azoté de l'élément anatomique; or nous avons déjà vu ce principe concourir aux catalyses combinantes dans les actes d'assimilation, de telle sorte que, dans cette opinion, celui-ci serait le propre agent et de sa reconstitution et de sa destruction. Il nous paraît plus admissible, que les principes immédiats quaternaires jouent réellement le rôle d'agent de contact pour les catalyses combinantes, et que l'oxygène, en se fixant au carbone et à l'hydrogène des principes immédiats assimilés, est l'agent de transformation de ceux-ci en principes inorganiques ou en principes qui s'en rapprochent. Du reste, dans une supposition comme dans l'autre, ce serait la composition complexe des éléments organiques vivants qui imprimerait aux phénomènes chimiques dont ils sont le siége lors du travail de désassimilation des différences par rapport à ceux que l'on peut rencontrer dans le monde inorganique.

Il en est donc des phénomènes chimiques de la nutrition comme des phénomènes physiques; s'ils s'éloignent jusqu'à un certain point de ceux qui se passent chez les corps inertes, c'est que les éléments anatomiques ont une constitution à part, c'est qu'ils sont formés de principes qui n'ont pas leurs représentants dans le monde inorganique; ici et là c'est la même force qui est mise en jeu, l'affinité, seulement cette force s'exerçant dans des milieux différents donne lieu à des réactions différentes.

Mais on n'envisagerait point la question sous son véritable jour, si l'on n'avait égard, dans l'étude de la propriété de nutrition, qu'aux actes physiques et chimiques examinés isolément. Ce qui la caractérise, ce sont moins ces actes en eux-mêmes, que l'harmonie avec laquelle ils s'accomplissent, harmonie telle, que, malgré le travail incessant dont la matière vivante est le siége, sa forme, sa constitution, ses divers modes d'activité restent inaltérables. Si donc les phénomènes physiques et chimiques de la nutrition avec les caractères particuliers qu'ils possèdent sont en quelque sorte le trait d'union qui relie les êtres vivants aux corps inertes, la propriété de nutrition place tout de suite le végétal et l'animal à une distance énorme du minéral.

A la propriété de nutrition s'en rattachent trois autres : la propriété d'absorption, celle de sécrétion, celle d'exhalation.

Qu'un liquide soit déposé à la surface d'une membrane vivante, ce liquide se trouvera, par rapport à cette membrane, dans les mêmes conditions que le plasma du sang qui s'échappe des capillaires, par rapport au tissu environnant, par conséquent, il passera par un phénomène d'endosmose à travers elle. De plus, rencontrant dans son trajet des principes de nature azotée, ce liquide pourra modifier sa composition, s'il contient lui-même des principes de même nature, peu stables dans leur état moléculaire. L'absorption, qui, en physiologie, s'applique plus spécialement à la pénétration des liquides et des gaz à travers les membranes libres, n'est donc, en réalité, qu'un acte qui se rattache, quant à son mécanisme, aux actes généraux de la nutrition, lié cependant peut-être plus intimement à l'acte physique de l'endosmose qu'à l'acte chimique de l'assimilation et de la désassimilation. Malgré cela, on comprend que quelques auteurs aient divisé l'absorption en absorption externe, celle qui s'effectue à la surface des membranes, et en absorption interne ou nutritive, celle qui s'effectue dans l'intimité même des tissus, aux dépens des liquides exhalés par les vaisseaux.

Lorsqu'une glande sécrète, certains matériaux du sang passent, par un phénomène d'endosmose, à travers les vaisseaux capillaires, la membrane propre de la glande, puis les cellules qui tapissent celle-ci. Dans ce trajet les principes modifiables du sang subissent, en général, des changements chimiques importants, que leur imprime la nature même des tissus qu'ils ont traversés, et tels ils s'échappent de la glande par les conduits excréteurs. Ainsi, tandis que l'absorption est liée plus intimement aux actes physiques de la nutrition, la sécrétion paraît liée plus intimement aux actes chimiques ; ce qui prédomine par son importance dans les phénomènes de sécrétion, c'est l'action catalytique des principes immédiats contenus dans la cellule glandulaire, peut-être dans le tube propre de la glande ; il faut en excepter cependant certaines cellules qui n'ont que le rôle d'attirer à elles les principes du sang sans les modifier, telles les cellules du rein, des glandes sudoripares.

L'exhalation n'est non plus qu'une variété de sécrétion et se rattache, par conséquent, comme celle-ci, à la propriété de nutrition. Elle consiste dans l'issue, par un phénomène d'endosmose, à la surface d'une membrane libre ou close, d'un liquide qui traverse la paroi des vaisseaux que cette membrane contient et les éléments propres de cette membrane. Dans son trajet, ce liquide subit des modifications en rapport avec les éléments traversés, modifications souvent très-légères, comme celles que présente la sérosité des grandes séreuses dans certaines conditions morbides, mais quelquefois très-notables, comme celle du liquide synovial des surfaces articulaires.

Ainsi la propriété de nutrition, commune à tous les éléments anatomiques du corps, se rapporte non-seulement à la rénovation incessante, de ceux-ci, mais encore à une série d'actes, sans lesquels cette rénovation ne pourrait s'effectuer. C'est grâce à elle que l'oxygène, indis-

pensable aux actes chimiques de la nutrition, pénètre dans les capillaires du poumon, que les matières alimentaires, qui doivent réparer les pertes incessantes du travail nutritif, traversent la muqueuse intestinale; que se fait la sécrétion de la salive, du suc gastrique, du suc pancréatique, de la bile, liquides destinés à faire subir aux aliments des modifications qui les rendent propres à l'assimilation; que se fait la sécrétion de l'urine, de la sueur, destinées à éliminer les produits de désassimilation, l'urée, l'acide urique, la créatine, qui, non-seulement sont pour l'organisme des produits inutiles, mais encore peuvent devenir des produits dangereux; enfin, c'est grâce à elle, que se fait la lubrifaction des grandes séreuses qui tapissent les viscères abdominaux et thoraciques, lubrifaction nécessaire au glissement de ceux-ci dans les cavités où ils sont renfermés. Il est facile dès lors de comprendre que l'appareil respiratoire, digestif, circulatoire, urinaire et sudoripare sont des appareils disposés de la façon la plus favorable pour desservir les actes intimes de la nutrition, pour assurer, par conséquent, la conservation de la propriété qui s'y rapporte et de laquelle, comme nous le verrons bientôt, dérivent toutes les autres propriétés vitales. On commettrait donc une grave erreur, si l'on considérait, à l'exemple de quelques auteurs, la nutrition comme une fonction; la nutrition n'est pas plus une fonction que la contractilité, la sensibilité, la motricité. Ce sont des propriétés au service desquelles se trouvent les fonctions.

2° Propriété de développement.

Il est un second mode d'activité des éléments anatomiques, qui, se reliant essentiellement à la propriété de nutrition, présente cependant des particularités qui exigent une certaine distinction, ce mode d'activité constitue ce que l'on appelle la propriété de développement.

Tout être, une fois créé, est comme nous venons de le voir le siége d'un mouvement de combinaison et de décombinaison; s'il y avait constamment égalité entre ces deux mouvements, l'être n'augmenterait pas de volume, ses éléments anatomiques conserveraient indéfiniment l'exiguïté qu'ils possédaient lors de leur apparition, mais l'être croît jusqu'à un certain âge, puis il reste à peu près dans le même état de développement pendant un certain temps, enfin il diminue jusqu'à l'instant où cessent toutes les fonctions. Or, ces variations dans le volume des corps organisés pendant toute la durée de la vie se rattachent à des actes nutritifs; ils croissent parce que le mouvement de composition qui se passe dans les éléments anatomiques l'emporte sur le mouvement de décomposition; ils ne présentent pas de changement dans leur développement pendant la seconde période de leur vie, parce que le mouvement de composition égale le mouvement de décomposition; enfin ils décroissent parce que le mouvement de décomposition l'emporte sur le mouvement de composition. On peut s'assurer par l'examen microscopique d'un même

tissu chez des animaux de même espèce mais d'âges différents, que le volume des éléments anatomiques est plus considérable chez l'animal adulte que chez l'animal vieux ou jeune; il est vrai de dire, cependant, que ce n'est pas là la seule cause de développement; nous verrons bientôt, en effet, qu'en même temps que les éléments anatomiques augmentent de volume en devenant adultes, ils augmentent aussi en nombre, cette dernière cause concourt donc, pour une certaine part, à la croissance du corps. De plus, il faut savoir que tous les éléments anatomiques ne présentent pas ces phases régulières d'augmentation et de diminution, tels par exemple les éléments épithéliaux, les hématies, les leucocytes, les spermatozoaires; ces éléments naissent avec le volume qu'ils doivent conserver, et disparaissent généralement au bout d'un temps très-court, en même temps qu'ils sont remplacés par d'autres.

Quelle étrange propriété, que celle qui donne à chaque être de la création un développement analogue à celui de son semblable, qui ne lui permet ni de dépasser le volume de celui qui l'a créé, ni de rester au-dessous de lui, si ce n'est dans des limites en réalité toujours étroites, intermédiaires dans l'espèce humaine au nain et au géant! Quelle étrange propriété, que celle qui fait grandir chaque être jusqu'à un moment donné, le maintient dans le même état pendant un certain temps, et préside à une décroissance qui le conduit insensiblement à la mort! L'être vivant croît-il, comme on l'a dit, pour arriver à un degré de développement qui le rend apte à reproduire son semblable? Meurt-il pour que le milieu auquel il emprunte ses matériaux d'existence ne soit pas exposé à devenir insuffisant, si sa durée était illimitée? Laissons aux philosophes ces questions, qui ouvrent un champ si vaste à l'imagination, quant à nous, restons sur un terrain moins élevé, et ne cherchons qu'à constater la condition de ces phénomènes. Or, la condition réside dans l'existence d'éléments anatomiques qui se nourrissent; à part les rares exceptions que nous avons signalées il y a un instant, tout élément anatomique qui se nourrit passe fatalement par cette série de phases que nous venons d'indiquer. Il faut donc reconnaître que la propriété de développement est, de même que la propriété de nutrition, la conséquence de la nature et de l'arrangement particulier des principes qui entrent dans la constitution de la substance organisée, et comme cette composition, cet arrangement n'existent nulle part ailleurs que chez les êtres vivants, la propriété de développement appartient à eux seuls. Un bloc de sel gemme, placé dans un milieu salé, empruntera bien à ce milieu des molécules qui viendront s'unir à la masse commune, comme l'être vivant empruntera au milieu cosmique des matériaux qui viendront concourir à la formation de ses tissus et à leur accroissement; mais, tandis que le premier croîtra de dehors en dedans, par juxtaposition, le second croîtra de dedans en dehors, par intussusception, tandis que le premier croîtra indéfiniment par addition de molécules salines à sa surface, sans rien rendre au milieu qui l'entoure, l'accroissement durant tant que le milieu possédera des

molécules salines, le corps organisé, lui, croîtra dans des proportions déterminées, soumises à des lois invariables, de même qu'il diminuera fatalement avec une régularité égale à celle qui existait pendant sa croissance, et toujours il versera dans le milieu qui l'entoure les matériaux qu'il aura utilisés pendant un certain temps, de telle sorte que ce développement se fera au sein même d'une matière sans cesse en travail. Assurément ces différences placent l'être vivant plus loin encore des corps bruts que ne le plaçaient les actes de la nutrition, quoique encore ici la propriété vitale soit subordonnée à de purs actes physico-chimiques.

3° Propriété de génération.

On entend par propriété de génération le mode d'activité en vertu duquel les éléments anatomiques, placés dans certaines conditions de nutrition et de développement, concourent à la formation d'autres éléments anatomiques. Cette définition, dont nous empruntons la substance à M. Robin, nous paraît indiquer très-nettement les conditions nécessaires de la création des éléments anatomiques : 1° un élément anatomique préexistant; 2° une certaine nutrition; 3° un certain développement.

Jamais, en effet, on ne voit naître un élément anatomique, s'il n'est pas précédé dans sa formation d'un autre; les premiers éléments desquels dérive l'embryon naissent d'une cellule, l'ovule lui-même est né au sein d'autres éléments anatomiques, Jamais, non plus, des éléments anatomiques ne naissent là où il n'y a pas de nutrition; nous verrons, en effet, que malgré les efforts tentés encore dans ces derniers temps pour accorder à la matière morte la faculté de donner naissance à des êtres vivants, la plus grande partie des physiologistes adoptent l'opinion contraire. Enfin, il faut aux éléments anatomiques qui vont concourir à la formation de tels ou tels éléments nouveaux, un certain développement; l'observation, en effet, permet de constater qu'un tissu qui se nourrit mal, qui par conséquent ne parcourt pas toutes les phases de son développement, est peu propre à donner naissance à des éléments anatomiques nouveaux.

A partir de l'instant où l'ovule est fécondé, jusqu'à l'instant où les tissus de l'embryon seront constitués, la propriété de génération est des plus actives, mais son activité continue encore pendant la période fœtale, ainsi qu'après la naissance; seulement, cette propriété est loin d'avoir pendant toute la vie extra-utérine l'énergie qu'elle possédait durant la période intra-utérine. Ce n'est que dans certaines conditions qu'elle se réveille pour ainsi dire, donnant naissance à des productions accidentelles connues sous le nom général de tumeurs.

Avant de prendre une idée de cette propriété, examinons rapidement comment on l'a envisagée jusqu'ici.

On ne se préoccupa guère de l'origine des éléments des corps organisés qu'à partir de de Mirbel (1800). Il établit pour les plantes que les tissus naissent de cellules, et il leur accorde trois modes de développement :

1° la génération endogène ou intra-cellulaire; 2° la génération par gemmation; 3° la génération interutriculaire. Les fibres et les tubes provenaient selon lui de l'élongation des cellules.

En 1811, Gruithuisen, transportant les vues de Mirbel dans l'étude des tissus animaux, fait dériver les vaisseaux de cellules qui se seraient allongées et unies bout à bout, les parois en contact disparaissaient, et les valvules des veines n'étaient que les vestiges de ces parois adossées.

En 1822, Heusinger publie une série de travaux pour démontrer que chez l'embryon il y a une substance amorphe de formation dans laquelle se trouvent des globules qui, en s'allongeant, produisent des fibres, des tubes.

En 1831, Robert Brown découvre le noyau des cellules auquel il donne le nom d'*areola* ou *nucleus*. Mais il était réservé à Schleiden (1838) de lui assigner un usage. Frappé de voir constamment ce noyau dans les cellules de l'embryon végétal, et par conséquent là où les cellules et l'embryon lui-même se forment, Schleiden en conclut que le noyau est pour quelque chose dans la production de la cellule. Vu l'importance qu'il accorde au noyau, il lui donne le nom de cystoblaste ou par contraction cytoblaste (κύστις, vessie, cellule; βλαστός, bourgeon); mais Schleiden avait vu avec le noyau un corps plus petit, auquel il donne le nom de nucléole, et auquel il accorde, pour la formation de la cellule, l'importance capitale. Voici comment naîtraient les cellules : le sac embryonnaire contient une humeur organisable (cytoblastème) qui, réunie autour du nucléole, donne naissance à des noyaux. C'est alors que commence la formation des cellules; la matière qui l'entoure se condense pour la former; elle est d'abord appliquée sur le noyau comme un verre sur le cadran d'une montre, mais à mesure que la cellule croît, le noyau occupe un espace relativement moins considérable. C'est de l'évolution ultérieure des cellules que naîtraient enfin toutes les parties des végétaux.

En 1838, Schwann importa cette théorie des cellules végétales dans l'histologie animale; il commença ses recherches sur la corde dorsale de plusieurs poissons, puis sur les cartilages, etc., et établit que les cellules à noyau sont le point de départ de toute formation organique. De plus, il insista sur ce fait, que la plupart des cellules naissent par un phénomène analogue à celui de la cristallisation. C'est de la concentration du cytoblastème, comparé par Schwann à l'eau mère, qu'il dépend que telle ou telle quantité de substance solide puisse se séparer par voie de cristallisation dans un temps donné. La transformation des cellules en fibres serait un phénomène de même ordre. Et, dès lors, Schwann se crut autorisé à dire que l'organisation n'est autre chose qu'un agrégat de cristaux, seulement susceptibles d'imbibition.

En 1840, Henle fait dériver les éléments du corps humain non-seulement de la cellule, mais encore du noyau. Ainsi, il distingue dans le tissu cellulaire des fibres qui résultent de la fusion des cellules et des fibres qui résultent de la fusion des noyaux, les fibres des cellules, les fibres

des noyaux. Le contenu des cellules qui se sont fusionnées se diviserait en un certain nombre de fibrilles, les fibres de noyau résulteraient de l'élongation du noyau et seraient mêlées aux fibres de cellules, ou bien se trouveraient à leur surface.

En 1850, Koelliker admet, comme Schwann, la naissance des éléments anatomiques aux dépens du blastème, c'est-à-dire par genèse, seulement il pense que c'est là l'exception, et que les cellules se multiplient surtout par rejetons, générations endogènes et par cloisonnement.

En 1852, Remak nie la génération par genèse, et il est suivi dans cette voie par Virchow. Pour Virchow, tout naît de cellules, la cellule elle-même n'existe que parce qu'une autre lui a donné naissance. Au lieu de naître au sein d'un blastème, comme quelques auteurs le croient, les éléments nouveaux sont engendrés, proliférés par des cellules normales préexistantes. Chez l'adulte et chez l'embryon, il y a dans tous les tissus des cellules ou des germes de cellules qui, à l'état normal, président à l'accroissement et à la nutrition des tissus, et qui, à l'état pathologique, engendrent par prolifération les éléments de toutes les productions accidentelles.

En France, M. Robin professe, contrairement à ce qui est professé en Allemagne, que la genèse est le mode le plus général de la naissance des éléments anatomiques. Les premiers éléments anatomiques de l'embryon humain ne dérivent pas pour lui des cellules embryonnaires; celles-ci n'ont qu'une existence temporaire, elles se liquéfient peu de temps après leur apparition et concourent ainsi à la formation d'un blastème, au sein duquel naissent des éléments embryoplastiques; seules, les premières cellules épithéliales qui recouvrent les surfaces cutanées et muqueuses, proviendraient de la persistance des cellules embryonnaires.

Les noyaux embryoplastiques seraient le point de départ de la formation de la plupart des éléments anatomiques, et cette formation se réaliserait non par leur élongation, mais par dépôts successifs de substance organique à chacun de leur pôle, de sorte que le noyau serait un centre de génération pour la substance propre de ces éléments. M. Robin admet de plus la reproduction par gemmation, par segmentation, par scission.

La génération des éléments anatomiques pendant la vie extra-utérine se ferait suivant les mêmes lois que celles qui président à la génération pendant la vie embryonnaire et la vie fœtale; enfin les productions morbides accidentelles se rattacheraient, quant à l'évolution de leurs éléments constituants, aux actes élémentaires normaux, dont ils ne sont qu'une manifestation dans des conditions spéciales.

Il est facile de voir que de toutes ces théories il en ressort une plus générale, dite théorie cellulaire, parce que l'on pensait que tout élément anatomique, quelle que soit sa nature, débutait par une cellule. Ici des cellules se plaçaient bout à bout, les parois qui se touchaient étaient résorbées, et les vaisseaux étaient constitués; là, elles s'aplatissaient sous forme d'écailles, se soudaient les unes aux autres et constituaient certains

tissus, tels que celui de la capsule cristalline ; ailleurs les cellules se soudaient entre elles, leur contenu devenait solide et se constituait en fibres ; ou bien elles se remplissaient de graisse, ou bien elles s'incrustaient de molécules calcaires : toute production organique, en un mot, était rattachée à une modification de la cellule. Cette théorie s'occupait aussi d'une façon toute particulière du mode d'apparition de la cellule : les uns regardaient le noyau comme un centre d'attraction pour la substance organisée qui devait entrer dans la constitution de la cellule ; les autres, au contraire, accordaient ce rôle au nucléole.

Nous ne pensons pas qu'aujourd'hui la théorie cellulaire doive être ainsi envisagée, et cela parce que l'on a évidemment exagéré le rôle de la cellule dans la formation des tissus ; si le mot de théorie cellulaire devait être conservé, il devrait s'appliquer plutôt à la théorie qui s'occupe du rôle du contenu des cellules embryonnaires dans le développement des tissus, après que celles-ci ont été liquéfiées. Une telle théorie, toutefois, ne serait pas une théorie générale de la génération. Examinons celle-ci, en passant en revue d'une façon très-rapide les principales phases de la naissance et de la reproduction des éléments anatomiques pendant la vie intra-utérine et extra-utérine.

Alors que la substance des spermatozoaires s'est combinée molécule à molécule avec le liquide de l'ovule, c'est-à-dire le vitellus, on voit bientôt le contenu granuleux de ce liquide se partager en deux, puis en quatre, puis en huit, etc., masses arrondies, d'abord sans paroi et présentant un noyau central. Ce phénomène, appelé segmentation du vitellus, se fait de la façon suivante : Au centre du vitellus apparaît un noyau transparent, le vitellus se déprime ensuite en un point ; puis, en même temps que le noyau semble s'étirer, la dépression augmente de plus en plus, se montrant sous l'aspect d'une ligne claire qui gagne le noyau ; enfin, cette dépression divise le noyau en deux comme le vitellus tout entier. Ce sont ces parties résultant de la segmentation du vitellus que l'on a appelées globes vitellins.

Le même phénomène de segmentation se produit sur chaque globe, d'où résulte la formation de quatre sphères nouvelles ; ces sphères se divisent elles-mêmes d'une manière semblable aux précédentes, et ainsi de suite jusqu'à ce qu'il en existe un nombre considérable. Chacun de ces globes s'entoure bientôt d'une paroi de cellules, et constitue à cet état les cellules du blastoderme et les cellules embryonnaires, ces dernières n'existant que dans la tache germinative d'où va naître l'embryon. Les cellules embryonnaires se multiplient bientôt par la formation d'une cloison qui part d'un pôle de la cellule pour gagner le pôle opposé, et, quand la multiplication est arrivée à une certaine limite, elles se liquéfient, et le liquide qui résulte de cette liquéfaction est devenu blastème, au sein duquel vont se produire spontanément de nouveaux éléments anatomiques.

Selon M. Robin, d'abord apparaissent les cellules de la notocorde,

puis des noyaux embryoplastiques; ceux-ci, à un moment donné, constituent la plus grande partie de l'embryon et lui donnent un aspect blanchâtre, une consistance gélatineuse; ensuite on voit successivement se mêler à ces noyaux les fibres musculaires du cœur, les fibres élastiques de l'endocarde, la substance des cartilages intervertébraux, les fibres lamineuses, les myélocytes, les cellules multipolaires de la moelle, les fibres musculaires du dos, la substance osseuse, les médullocelles, les myéloplaxes, les fibres nerveuses périphériques, les tubes glandulaires.

Les noyaux embryoplastiques, noyaux ovulaires et granuleux, ne proviennent d'aucun élément qui les entoure, mais une fois qu'ils sont apparus, ils servent de centre pour la formation à leurs deux extrémités de petits amas de matière organique; c'est ainsi que naissent les fibres musculaires, les vaisseaux capillaires, les tubes nerveux, les fibres de tissu cellulaire, les fibres de tissu élastique.

Au début, tous ces éléments ne possèdent pas la configuration qu'ils doivent avoir plus tard, car, jusqu'à l'instant où leur développement sera complet, leur structure se modifiera. Les éléments qui plus tard seront creux, sont pleins au début, comme on le voit pour les capillaires, la paroi propre des tubes nerveux périphériques; les éléments qui seront très-ramifiés plus tard, comme les fibres élastiques, sont peu subdivisés lors de leur apparition; de plus, la plupart, au bout d'un certain temps, perdent toute trace du noyau embryoplastique qui leur a donné naissance.

Par le fait même du développement de tous ces éléments anatomiques autour des noyaux embryoplastiques, ceux-ci diminuent constamment de nombre, de telle sorte que ces éléments, qui d'abord étaient fondamentaux, deviennent ensuite accessoires, et peuvent rester à cet état dans les tissus pendant toute la vie extra-utérine. Enfin, les éléments anatomiques, une fois nés, offrent un arrangement relatif, une texture en rapport avec leur forme de cellules, de fibres, de tubes.

On voit donc que, dans cette théorie que nous devons à M. Robin, ce ne sont pas les cellules de l'embryon qui concourent directement à la formation des éléments anatomiques par leur fusionnement entre elles. Les cellules embryonnaires disparaissent totalement; elles ne font jamais partie de l'organisme animal, elles font seulement partie de l'œuf, comme le vitellus, la vésicule germinative; elles ne servent à la formation des tissus qu'en produisant par leur liquéfaction un véritable blastème. Le rôle le plus important dans ces créations d'éléments embryonnaires est dévolu aux principes immédiats contenus dans le nouveau blastème; ceux-ci, en se coagulant, aboutissent à la formation de noyaux destinés à être des centres d'attraction pour d'autres principes dont la réunion concourra à la formation de l'élément anatomique.

On voit aussi que l'apparition des éléments anatomiques ne se fait pas exclusivement suivant un type unique. C'est par la segmentation du vitellus que se forment les globes vitellins; c'est par scission et fissiparité que se

multiplient les cellules embryonnaires, c'est aussi de la même manière que se multiplient les cellules cartilagineuses ; mais c'est par genèse que naissent les éléments anatomiques du plus grand nombre des tissus.

Cette génération d'éléments anatomiques continue à se faire et dans la période fœtale et dans la période embryonnaire. Ainsi, on peut observer à la surface de la peau, des membranes muqueuses, des tubes glandulaires, que les éléments épithéliaux qui recouvrent ces surfaces naissent dans un blastème exhalé par les vaisseaux du derme, du chorion, de la membrane propre des glandes ; d'abord se déposent des noyaux, et autour d'eux le blastème se segmente, de façon à limiter de petites masses ayant la forme de cellules. La multiplication par fissiparité peut être constatée, à toutes les époques de la vie, dans les cellules cartilagineuses.

La génération continue de la fibre élastique, de la fibre musculaire, du tube nerveux est plus difficile à saisir, mais le fait de la reproduction incessante d'éléments nouveaux ne peut être mis en doute. Si, en effet, on examine les éléments d'un même tissu appartenant à des animaux de même espèce et d'âges différents, il est facile de constater que leur volume est loin d'être proportionnel au volume que ce tissu acquiert avec l'âge ; il faut, par conséquent, que le nombre de ces éléments augmente ; Budge s'en est assuré sur le tissu musculaire ; en comptant les fibres du muscle gastrocnémien de grenouilles de tailles différentes, et par conséquent d'âges différents, il a obtenu le résultat consigné dans le tableau suivant :

Une grenouille longue de	13 c. 00	avait dans son muscle gastrocnémien	1053 fibres.
—	17 c. 00	—	1727 —
—	33 c. 75	—	1925 —
—	38 c. 85	—	2271 —
—	46 c. 00	—	3434 —
—	80 c. 00	—	5711 —

Il constata de plus que, chez une grenouille laissée sans aliments pendant trois mois et demi, comparée à une grenouille nourrie, le nombre des fibres du gastrocnémien était de 3664, de plus ces fibres étaient très-minces ; tandis que chez l'autre il était de 4462, et ses fibres étaient plus épaisses. Par conséquent l'âge, l'état de nutrition, ont, comme on le voit, une influence incontestable sur le nombre des éléments musculaires, ce qui ne peut s'expliquer que par la naissance incessante de ces éléments. Or, il est probable qu'il en est de même pour tous les tissus dans lesquels on ne peut saisir avec le microscope l'apparition d'éléments anatomiques nouveaux.

Le mécanisme de la formation de ces éléments chez le fœtus et pendant la vie extra-utérine est soumis aux mêmes lois que chez l'embryon, seulement ici on ne peut plus invoquer le blastème des cellules embryonnaires. Mais, quand les tissus sont constitués, le blastème, soit chez le fœtus, soit chez l'enfant, soit chez l'adulte, est formé par le liquide exsudé

des vaisseaux, et qui passe par endosmose aux éléments anatomiques pour servir à leur nutrition. Dans ce trajet, les principes immédiats tendent à subir des modifications isomériques qui les rendent propres à l'assimilation ; ce sont ces modifications qui les rendent propres aussi à donner naissance à des éléments anatomiques nouveaux. Ici le blastème n'est plus unique comme dans la période embryonnaire, il y a autant de blastèmes particuliers que de tissus, puisque chaque tissu lui fournit des propriétés spéciales.

C'est surtout de cette façon que la nutrition devient une condition indispensable de la génération, que le suc nourricier devient en même temps suc générateur, qu'enfin les phénomènes de génération ne sont, en quelque sorte, que des conséquences des phénomènes de nutrition. Tout tissu dont la nutrition est activée emploie tout d'abord le liquide nutritif à son accroissement ; mais cet accroissement est limité, les éléments anatomiques géants sont aussi rares que les individus d'une stature colossale ; quand donc la limite extrême du développement est atteinte, à part de rares exceptions, comme pour les cartilages où la multiplication des cellules se fait par scission, le suc nourricier en excès sert de blastème dans lequel se coagulent les principes immédiats que celui-ci contient, sous forme de noyau d'abord, et le reste se passe comme dans le blastème qui résulte de la liquéfaction des cellules embryonnaires.

Le plus grand nombre des productions accidentelles qui naissent au sein des tissus se rattache à la même condition, elles reconnaissent pour cause une exagération de nutrition localisée en certains points. Cette exagération de nutrition entraîne avec elle la formation d'un plasma nutritif en excès qui augmente d'abord le volume des éléments anatomiques, puis ensuite favorise leur reproduction ; ce plasma devient alors blastème au sein duquel apparaissent d'innombrables éléments anatomiques, le plus souvent exactement semblables à ceux qui ont concouru à la formation du blastème dans lequel ils se déposent. Ainsi un lipome, une tumeur fibreuse, une tumeur adénoïde, ne représentent, en quelque sorte, que des effets d'une nutrition augmentée dans une partie limitée du tissu adipeux, du tissu cellulaire, d'une glande.

Il est des tumeurs qui semblent s'éloigner notablement de la constitution des tissus normaux, et qui, pour cette raison, ont été appelées tumeurs hétéromorphes, par rapport aux tumeurs homœomorphes, constituées par les mêmes éléments que ceux de l'organisme. Cette distinction entre ces deux classes de productions morbides a paru d'autant mieux fondée, que les tumeurs homœomorphes, contrairement aux hétéromorphes, paraissent avoir un caractère bénin, ne se reproduisent après leur ablation que si l'instrument tranchant ne les a pas séparées entièrement des tissus vivants, enfin ne tendent pas à se généraliser. Or, ces deux espèces de tumeurs sont soumises, quant à leur origine, aux mêmes lois que celles de la génération normale ; il faut avoir toutefois égard pour

les tumeurs hétéromorphes aux modifications que le blastème peut éprouver sous l'influence d'une certaine altération du sang : cette altération du sang, héréditaire chez certains sujets, acquise chez d'autres sous l'influence de la fatigue, de la misère, de l'encombrement, etc., porte, sans aucun doute, sur les principes immédiats azotés qu'il contient ; or, ces principes contaminés gagnant les tissus avec les principes azotés sains, tendent à modifier la constitution du blastème normal, et à provoquer l'apparition d'éléments anatomiques plus ou moins modifiés par rapport aux éléments anatomiques normaux, quelquefois s'en éloignant très-notablement et ne représentant pour ainsi dire que la caricature de ceux-ci. Mais dans aucun cas il ne naît d'éléments anatomiques spécifiques quant à la forme; la forme, si particulière qu'elle soit, n'est jamais qu'une modification d'un état normal.

Il est enfin une troisième classe de productions accidentelles ; celles-ci sont constituées par un tissu essentiellement différent de celui dans lequel elles naissent, quoique ayant la même structure, quelquefois la même texture que certains tissus de l'économie. Ainsi, on peut trouver du tissu mammaire dans un ganglion lymphatique de l'aisselle hypertrophiée, de l'enchondrome dans une glande, des tumeurs épithéliales sous la peau ; enfin des leucocytes, existant normalement dans le sang, peuvent apparaître dans tous les points de l'économie, sous l'influence d'un travail inflammatoire. Dans tous ces cas, il est bien évident que la production anormale ne dérive pas d'éléments préexistants, mais elle se fait néanmoins suivant les mêmes lois qui président à l'évolution du tissu embryonnaire. Sous l'influence de conditions qui, dans la plupart des cas, nous sont inconnues, le blastème formateur d'un tissu acquiert des propriétés particulières, en vertu desquelles il naît tel ou tel élément anatomique, tel ou tel tissu différent de celui au sein duquel il se produit, mais qui a ses analogues dans l'économie.

Il est facile de comprendre, d'après ces considérations, le rôle important que remplit le blastème dans les productions accidentelles ; c'est dans son sein que se précipitent les principes immédiats qui donnent naissance aux éléments anatomiques, ces éléments ressemblant tantôt exactement aux éléments du tissu où le blastème s'est déposé, tantôt s'en éloignant, mais non d'une façon tellement radicale, qu'on ne puisse reconnaître souvent toutes les transitions possibles de forme entre l'élément nouveau défiguré et l'élément préexistant sain, en particulier entre la cellule cancéreuse des auteurs et le noyau embryoplastique. On voit aussi que cette modification dans la forme de l'élément se rattache à l'altération du blastème, sous l'influence d'une altération du sang; enfin, ajoutons que le blastème, alors qu'il est contaminé, devient une source nouvelle d'infection pour l'économie ; absorbé par les voies circulatoires, il tend à imprimer au sang des modifications de plus en plus profondes, qui aboutissent à la cachexie et à la généralisation des tumeurs.

Il ne faudrait pas croire cependant que tous les blastèmes soient

également propres à la reproduction dans les tumeurs. En effet, dans les tumeurs on peut trouver comme éléments anatomiques, des noyaux, des cellules embryoplastiques, des corps fibro-plastiques, des fibres de tissu cellulaire, des myélocytes, des cytoblastions, des cellules de cartilage, des ostéoplastes, des médullocelles, des myéloplaxes, des cellules épithéliales, rarement des fibres-cellules musculaires, mais jamais on ne rencontre de fibres musculaires de la vie animale, de fibres ou de cellules nerveuses; de telle sorte qu'une tumeur développée dans un muscle, dans un nerf, est toujours constituée par des éléments anatomiques qui, dans l'état normal, sont accessoires par rapport à l'élément qui domine, c'est-à-dire à l'élément dit fondamental. C'est cette loi à laquelle M. Ch. Robin a donné le nom de loi des éléments accessoires. Il est impossible, dans l'état actuel de la science, de donner une explication de ces faits, d'autant plus que, comme nous l'avons déjà vu, la génération dans le muscle sain de la fibre musculaire de la vie animale paraît se faire assez activement, d'autant plus que la fibre nerveuse se reproduit elle-même facilement après qu'elle s'est altérée à la suite d'une section faite sur son trajet.

Par contre, les éléments anatomiques qui apparaissent le plus fréquemment dans les tumeurs, ce sont les éléments du tissu cellulaire : les noyaux, les cellules fibro-plastiques, les fibres du tissu cellulaire ou ces éléments déformés. Le blastème du tissu cellulaire est, par conséquent, celui qui jouit de la plus grande activité pour la génération des éléments anatomiques; ajoutons que la reproduction de ce tissu l'emporte d'autant plus sur la reproduction des autres, que le blastème exsudé par les vaisseaux enflammés est très-propre à donner naissance à de nouveaux éléments anatomiques. C'est ainsi que l'induration, une des terminaisons de l'inflammation, les cicatrices, consécutives aux plaies, résultent de la génération d'éléments cellulaires, au sein de la lymphe plastique exhalée par les vaisseaux.

Nous avons vu que la propriété de nutrition et celle de développement plaçaient l'être vivant à une distance énorme du corps brut. La propriété de reproduction recule encore les limites, si l'on peut ainsi dire. Et, en effet, aucun phénomène n'est comparable, chez les corps inertes, aux phénomènes de la reproduction. On a parlé, il est vrai, de la cristallisation ; mais la cristallisation se réduit toujours à la création de formes polyédriques, identiques avec elles-mêmes dans toutes leurs masses, se séparant avec lenteur du liquide dont elles font partie, et se groupant en masses irrégulières. Les phénomènes de reproduction, au contraire, consistent dans la création de formes extrêmement variables, d'abord dans un blastème identique dans toutes ses parties, comme cela se voit après la liquéfaction des cellules embryonnaires, puis dans des blastèmes variant avec chaque tissu, comme cela se voit chez le fœtus et dans la période extra-utérine. Ces formes se groupent, non pas d'une façon irrégulière, non pas soumises à une force en quelque sorte aveugle, mais

avec un ordre, une régularité telle, qu'on a été de tout temps tenté de leur accorder un principe toujours actif présidant à leur apparition. Ne sont-ce pas là des manifestations phénoménales radicalement différentes de part et d'autre, et entre lesquelles se trouve placée une barrière absolument infranchissable qui s'oppose à leur rapprochement?

PROPRIÉTÉS ANIMALES.

1° Contractilité.

Par contractilité, on entend la propriété qu'ont certains éléments anatomiques de se raccourcir, quand ils sont soumis à une cause d'excitation. Cette propriété, de même que la propriété d'innervation, appartient spécialement au règne animal. C'est là ce qui a valu à l'une et à l'autre le nom de propriétés animales. A la vérité, certaines parties des végétaux jouissent de mouvements, que quelques auteurs ont regardés comme étant dus à la contractilité : tels sont les feuilles et les pétioles de la sensitive, du sainfoin oscillant du Bengale, les filets de l'épine-vinette, les feuilles de la *Dionœa muscipulata*, les spores des algues. M. Kuhne dit même avoir vu des cellules végétales se contracter sous l'influence de l'électricité; M. Leclerc dit avoir distingué dans les plantes deux ordres de fibres, jouissant des mêmes propriétés que les deux ordres de fibres musculaires chez les animaux; mais tous ces mouvements sont si exceptionnels, et si inconnus dans leur nature, qu'on peut considérer encore aujourd'hui la contractilité comme l'apanage du règne animal.

Cette propriété présente ce caractère qui la distingue essentiellement des autres, c'est que, quand elle est mise en jeu, le déplacement des molécules qui entrent dans la composition de l'élément contractile est suffisamment grand, pour qu'on puisse constater des modifications dans l'étendue du tissu auquel cet élément appartient, ou dans cet élément même, si on l'observe sous le champ du microscope.

Cet élément, siége de la contractilité, peut affecter des formes variables, mais les formes les plus générales sont les deux suivantes : ou c'est une fibre rouge ayant une certaine longueur et striée transversalement, ou c'est une cellule allongée, extrêmement petite, pâle et possédant à son centre un noyau en forme de bâtonnet. Chez certains animaux inférieurs, tels que chez les hydres d'eau douce, cet élément est représenté par des cellules arrondies; chez d'autres, comme chez les amibes, il est représenté par la masse entière de l'animal, formée d'une sorte de gelée amorphe appelée sarcode; enfin, chez les animaux inférieurs de même que chez les supérieurs, on peut rencontrer, comme éléments de contractilité, de petits filaments (cils vibratiles) surmontant ou non des cellules, les uns placés à la surface extérieure du corps ou à la surface de membranes internes, les autres libres dans les organes mâles de la génération ou dans leurs annexes (spermatozoïdes).

Cette propriété de contractilité est inhérente à l'élément anatomique, quelle que soit sa modalité, qu'elle soit rhythmique, qu'elle soit péristaltique, qu'elle soit mise en jeu rapidement ou lentement, qu'elle soit facile ou non à détruire sous l'influence d'excitations plus ou moins énergiques. Nous démontrerons en effet plus tard, que, dans tous les cas, elle peut persister après qu'on a soustrait au muscle le sang ou l'influx nerveux qui lui arrive. Si donc, réduit à lui-même, l'élément contractile conserve sa propriété, il faut bien reconnaître que la nature des principes qui entrent dans sa constitution, et sans doute leur arrangement réciproque, sont la condition première de son existence. Mais cette condition est elle-même subordonnée à une autre, car, s'il est vrai que la fibre musculaire isolée du sang se contracte encore, il est vrai aussi que le temps pendant lequel cette contractilité peut être éveillée, ne dépasse pas celui où les matériaux de nutrition sont épuisés: L'arrivée incessante dans la substance contractile des principes immédiats contenus dans le sang, l'assimilation de ces mêmes principes à ceux qui préexistent, s'effectuant concurremment avec la destruction de ces derniers, concourent à conserver à la matière sa composition, à entretenir par conséquent sa propriété contractile.

Tributaire de la propriété de nutrition, la contractilité, à son tour, est une condition d'existence de la propriété de nutrition, chez les animaux du moins à organisation complexe, munis d'organes et d'appareils distincts. C'est grâce à cette contractilité, que le sang est projeté dans tous les tissus de l'économie pour fournir les matériaux qui doivent servir aux réparations nutritives, que l'air pénètre dans la cage thoracique pour fournir au sang l'oxygène indispensable à l'accomplissement des actes de la nutrition, que les substances alimentaires parcourent toute la longueur du tube digestif pour subir au contact des sucs qui pleuvent à sa surface les modifications qui les rendent propres à être absorbées et à être assimilées; c'est la contractilité qui, permettant l'abord d'une quantité de sang plus ou moins considérable dans tous les vaisseaux capillaires de l'économie, tend à proportionner cet afflux aux besoins des sécrétions et de la nutrition; en un mot, sans contractilité, on ne pourrait concevoir ni la fonction de digestion, ni la fonction de respiration, ni la fonction de circulation, toutes destinées à desservir la propriété de nutrition.

Reste à nous demander si la contractilité a son analogue dans le monde extérieur. Quelques auteurs n'ont voulu voir dans elle qu'un mode d'élasticité, une élasticité vitale; mais à quelle immense distance ne doivent pas être placées l'une de l'autre ces deux propriétés de la matière : l'une consistant dans le retour à leur position première des molécules des corps, après que ces molécules ont été ou distendues ou resserrées par l'élongation, la torsion, la pression; l'autre consistant dans leur rapprochement plus intime, sous l'influence d'un excitant qui ne fait qu'effleurer leur surface, et surtout sous l'influence de cet excitant qui n'a

son semblable nulle part dans le monde inorganique, l'excitant nerveux. L'erreur dans laquelle sont tombés les auteurs qui ont fait ce rapprochement provient, sans doute, de ce que le tissu musculaire est à la fois contractile et élastique; l'élasticité est même une condition physique d'existence de la contractilité, car sans elle on ne comprendrait pas que le muscle puisse reprendre ses dimensions premières, quand son raccourcissement n'est plus sollicité par une cause d'excitation. L'élasticité joue encore, ainsi que nous le verrons plus tard, un rôle très-important dans ce qu'on appelle la tonicité musculaire; mais, en réalité, elle reste toujours une propriété physique essentiellement différente de la propriété vitale qui nous occupe.

2° Propriété d'innervation.

L'élément nerveux, de même que l'élément musculaire, jouit du pouvoir de manifester son activité quand on l'irrite; mais tandis que l'excitabilité musculaire se traduit invariablement par des phénomènes de mouvement, l'excitabilité nerveuse se traduit par trois ordres de phénomènes : 1° par des phénomènes de sensibilité accusés par les cris de l'animal, si l'animal est le sujet de l'expérience, ou par la parole, si c'est l'homme; 2° par des phénomènes de mouvement qui se passent dans les muscles où se rendent les éléments excités; 3° par des phénomènes d'un ordre tout particulier, se rapportant à l'exercice de la pensée, des phénomènes psychiques. On a décrit sous le nom de sensibilité (Haller), de motricité (Flourens), de psychicité, ces trois modalités de la propriété d'innervation.

Toutes les parties du système nerveux sont excitables, de même que toutes les parties du système musculaire, non pas toujours, il est vrai, sous l'influence d'un stimulus quelconque, mais sous l'influence d'un stimulus approprié. C'est pour ne pas avoir eu égard à la nature de l'excitant que quelques physiologistes ont soutenu que certaines parties, telles que le cerveau, n'étaient pas excitables; en réalité, les lobes cérébraux mis à nu et touchés par des substances irritantes, ne révèlent point leur activité. Mais qu'un ébranlement du nerf optique leur soit transmis par l'action de la lumière sur l'œil, qu'un ébranlement du nerf auditif déterminé par les ondulations sonores parties d'un corps qui vibre parvienne jusqu'à eux, qu'une impression cutanée, ou odorante, ou olfactive, leur soit transmise par l'intermédiaire des nerfs de la peau, de la muqueuse linguale, de la muqueuse nasale, dans tous ces cas, les lobes cérébraux prendront connaissance des modifications qui se sont opérées à la périphérie des nerfs sensoriaux, et ces diverses excitations se traduiront par des sensations spéciales.

Contrairement à tous les autres tissus, le tissu nerveux possède deux éléments fondamentaux : 1° la cellule nerveuse, présentant des formes variées, mais caractérisée par ce fait, qu'elle reçoit par un ou plusieurs

de ses pôles des tubes nerveux; 2° le tube nerveux, élément très-fin, constitué dans les troncs nerveux par un tube renfermant dans son intérieur de la matière grasse, au milieu de laquelle existe un filament d'une petitesse extrême, le cylinder-axis, ce tube pouvant présenter une constitution plus simple, sans que jamais cependant le cylindre d'axe disparaisse.

Les cellules et les fibres nerveuses ont chacune des rôles distincts; le rôle des cellules est lui-même multiple.

Les unes, siégeant dans le cerveau, sont des centres de réceptivité pour les impressions qui arrivent de la périphérie par des conducteurs nerveux; elles recueillent ces impressions, les transforment en sensations qui nous donnent soit la notion de plaisir ou de peine, soit des notions indifférentes pour la sensibilité générale; mais, dans tous les cas, ces notions deviennent pour nous une source de connaissances qui nous guident dans nos déterminations, nos jugements, nos volitions. Ces cellules transmettent de plus à certains filaments qui aboutissent à elles, et qui communiquent en même temps avec les muscles, une excitation dont l'effet va retentir dans un temps extrêmement rapide aux muscles auxquels ces filaments se rendent.

Les autres, siégeant dans la moelle épinière et la moelle allongée, sont des centres d'activité inconsciente placés à la réunion de deux ordres de filaments nerveux, les uns sensibles, les autres moteurs; elles transmettent aux muscles une excitation qui détermine le mouvement, par l'intermédiaire de filaments qui se rendent à ces derniers, et consécutivement à des impressions périphériques qui leur arrivent par des filaments sensibles.

Le rôle des filaments nerveux est de servir d'agents de transmission d'une excitation qui de la périphérie gagne les cellules, ou qui part des cellules pour se rendre aux muscles. Les nerfs ne sont que de simples conducteurs des excitations qui leur sont communiquées; qu'ils transmettent des impressions, qu'ils transmettent le mouvement, leur rôle reste le même dans les deux cas. C'est à MM. Vulpian et Philippeaux que l'on doit la connaissance de ce fait, sur lequel nous reviendrons plus longuement ailleurs. Ils ont, sur des animaux différents, uni des nerfs sensibles et moteurs préalablement coupés, le bout périphérique de l'hypoglosse avec le bout central du lingual, ou avec le bout central du pneumogastrique, et quand la cicatrisation se fut opérée, ils ont constaté que l'excitation du nerf lingual (nerf de sensibilité), faite au-dessus de la réunion, provoquait des mouvements dans la langue, de même que l'excitation du pneumogastrique. D'un autre côté, ils ont pu déterminer de la douleur en pinçant le bout périphérique de l'hypoglosse qui avait été uni au lingual. Ces remarquables expériences prouvent manifestement que les propriétés des nerfs ne sont pas les mêmes, puisqu'un nerf de sensibilité peut transmettre le mouvement, comme un nerf de mouvement peut transmettre les impressions; et, s'ils paraissent plus spécialement sensibles que mo-

teurs, ou inversement, c'est que les uns sont en connexion avec des cellules propres à fournir la notion d'une excitation périphérique par la sensation qu'elles font éprouver, tandis que les autres sont en relation d'une part avec des muscles, et d'autre part avec des cellules propres à émettre une excitation qui retentira sur ces derniers, de la même manière que le ferait une excitation physique appliquée sur les filaments nerveux moteurs eux-mêmes. Il n'y a par conséquent pas, à proprement parler, pour les nerfs, une propriété de sensibilité et une propriété de motricité; il n'y a qu'une seule propriété, celle de transmettre l'excitation qu'ils reçoivent, et c'est pour cette propriété que MM. Lewes et Vulpian ont proposé le nom de neurilité. C'est donc à la propriété qu'ont les cellules nerveuses de percevoir les impressions, de transmettre le mouvement, que conviendrait mieux le nom de sensibilité et de motricité, la propriété que les cellules cérébrales possèdent de manifester les phénomènes de la pensée conservant le nom de psychicité ou faculté physique.

Ces diverses propriétés ont, comme la propriété de contractilité, pour première condition d'existence, une certaine structure, un certain arrangement des principes qui entrent dans la constitution de l'élément anatomique, cette condition étant elle-même subordonnée à celle qu'a l'élément anatomique de renouveler incessamment ses propres matériaux, c'est-à-dire à la propriété de nutrition. En preuve que c'est bien de la constitution de la matière en activité de nutrition que relèvent les propriétés de la cellule nerveuse, c'est que toute altération de nutrition du cerveau, pour peu qu'elle soit étendue, s'accompagne de troubles intellectuels; c'est que certaines substances, étrangères à la composition de cet organe et introduites dans l'économie, excitent ou dépriment les facultés psychiques, tels le thé, le café, l'opium, l'alcool, la belladone, etc. Ce dernier résultat ne peut évidemment provenir que du mélange avec les principes immédiats normaux des cellules cérébrales, de principes immédiats accidentels, qui, modifiant momentanément la composition des premiers, dépriment ou excitent les propriétés de ces cellules, jusqu'à ce que le travail de désassimilation les ait emportés dans le torrrent circulatoire, d'où ils s'échappent par les diverses voies d'excrétion. D'autre part, l'introduction dans l'économie de substances alimentaires réparatrices et la diète déterminent dans l'excitation cérébrale des effets différents : les facultés intellectuelles, après le repas, acquièrent un degré de développement qu'elles n'ont pas alors que le besoin de prendre des aliments se fait sentir impérieusement; enfin, si l'on prive l'encéphale d'un animal, même pendant un temps très-court, soit par la strangulation, de l'oxygène qui lui arrive par les voies respiratoires, soit, à la fois, de l'oxygène et des substances réparatrices, en faisant la ligature des gros vaisseaux du cou, on voit s'éteindre presque immédiatement tout mouvement volontaire, toute sensibilité, toute faculté psychique.

L'expérience démontre de même, que la cessation ou même une certaine diminution de la circulation dans les filaments nerveux paralyse

en général assez rapidement leur puissance conductrice ; par conséquent, toute propriété d'innervation, quelle qu'elle soit, est subordonnée aux élaborations nutritives.

Sans aucun doute, il n'est pas de propriétés vitales qui s'éloignent autant des propriétés de la matière que celle d'innervation. Si pour la propriété de nutrition et pour celle de développement on a pu trouver un terme de comparaison dans l'accroissement même de tous les corps inertes, pour la propriété de reproduction dans la cristallisation, pour la propriété de contractilité dans l'élasticité, on n'a jamais trouvé une propriété qui se rapproche, même de fort loin, de celle qui nous occupe; aussi s'est-on efforcé de tout temps de faire voir qu'elle était celle qui résistait le plus à toute explication. Mais il suffit de réfléchir un instant, pour reconnaître que l'essence de toute propriété, quelle qu'elle soit, nous échappe ; nous n'expliquons pas plus pourquoi la substance nerveuse sent, juge, pense, imagine, que nous n'expliquons pourquoi la substance musculaire se contracte, pourquoi toute substance organisée se nourrit, se développe, se reproduit. La seule chose que nous puissions jamais connaître, c'est la condition d'existence de ces propriétés ; et, en cela, nous ne sommes ni plus ni moins avancés que les physiciens qui ignorent pourquoi certains corps reviennent sur eux-mêmes quand ils sont distendus, pourquoi d'autres s'électrisent par le frottement, etc., etc.

Est-ce à dire que les actes nerveux soient affranchis des lois qu régissent la matière inorganique, et qu'on doive faire table rase de celles-ci pour leur substituer quelque force vitale qui n'aurait rien de commun avec celles du monde extérieur? Nous ne le pensons pas. On doit à M. du Bois-Reymond d'avoir démontré qu'en faisant passer un courant électrique dans un nerf, on pouvait trouver un courant de même ordre indépendant du premier au-dessus et au-dessous de celui-ci. M. du Bois-Reymond a fait voir aussi que, quand on contractait le bras, on développait dans les nerfs un courant électrique qui se dirigeait de la main vers l'épaule, et qu'en général ce courant était plus fort à droite qu'à gauche. Or, ce courant développé dans les nerfs sous l'influence d'une excitation directe ou d'une excitation psychique, ne peut évidemment provenir que d'une modification dans l'état matériel des nerfs, que d'un mouvement moléculaire, et c'est ce mouvement moléculaire qui, se transmettant avec une rapidité extrême à tout conducteur nerveux, constitue ce que l'on appelle la force nerveuse. Cette force nerveuse n'est donc, comme celle qui préside à la contraction, que du mouvement imprimé à la matière, et ce mouvement se rattache très-vraisemblablement, dans les deux cas, à une transformation des forces physico-chimiques mises en jeu dans la nutrition.

Si, dans les phénomènes de sensibilité, les nerfs transmettent au cerveau un ébranlement de leurs plus fines molécules; si, dans les actes de motricité, le cerveau transmet aux nerfs un ébranlement analogue, on ne peut échapper à l'idée que les actes qui se passent dans les cellules

cérébrales relèvent, eux aussi, de mouvements matériels, et que, si particulière, si extraordinaire que soit l'activité de ces cellules, celle-ci ne soit pas la conséquence de la mise en jeu de forces physico-chimiques. Toutefois il ne nous est pas permis ici d'aller au delà d'une supposition, basée cependant sur l'uniformité de nature de tous les actes vitaux, car l'expérience ne nous a absolument rien appris sur les rapports qu'il peut y avoir entre ces mouvements moléculaires et la volition, la pensée.

Mais si la nutrition, avec les actes physico-chimiques qui lui sont immanents, est une condition indispensable de l'innervation, celle-ci est indispensable à la nutrition, du moins chez les animaux placés à un certain degré de l'échelle organisée. Les animaux ne sont pas comme les végétaux fixés au sol par une de leurs extrémités, l'autre extrémité étant libre dans l'atmosphère et empruntant au sol et à l'air les matériaux de leur accroissement, de leur rénovation : la structure complexe des animaux exigeait, pour les éléments de nutrition, des principes moins simples que ceux que la plante emprunte à la terre et à l'air; pour posséder ces principes immédiats, il fallait que l'animal cherchât lui-même, en se déplaçant, sa nourriture dans le milieu qui l'entoure, et c'est par l'intermédiaire d'un système nerveux annexé à un système musculaire qu'il peut réaliser ces mouvements. S'accomplissant en silence, en dehors de toute participation volontaire, les phénomènes de combinaison et de décombinaison nutritives devaient avoir dans l'organisme des sentinelles vigilantes pour nous avertir de la nécessité qu'il y a à un moment donné de recevoir de nouveaux matériaux gazeux, liquides ou solides; or, ces sentinelles vigilantes, appelées vulgairement besoins, ne sont que des phénomènes de sensibilité, liés par conséquent à l'exercice des propriétés nerveuses. Enfin, recevant du sang par l'intermédiaire du système capillaire, les tissus ne pouvaient se nourrir, sécréter qu'à la condition que l'écoulement de ce liquide fût soumis à un certain régulateur; or, ce régulateur est le système nerveux, qui proportionne le calibre des vaisseaux aux exigences des actes nutritifs et sécrétoires.

Ainsi, il est facile de voir, d'après l'étude à laquelle nous venons de nous livrer :

1° Que la première condition de la vie, c'est qu'il y ait organisation, c'est-à-dire que les éléments les plus simples qui constituent l'être vivant soient constitués par des principes immédiats de plusieurs ordres unis molécules à molécules.

2° Que la nature de ces principes et leur mode d'arrangement donnent à la substance organisée des propriétés spéciales, dites propriétés vitales, c'est-à-dire la faculté de manifester des activités qui n'ont point d'analogues dans le monde inorganique.

3° Que malgré l'impossibilité où nous nous trouvons de savoir comment la composition et l'arrangement de la substance organisée vivante peuvent nous rendre compte de ces propriétés, l'observation et l'expérience nous

conduisent à admettre qu'elles sont subordonnées dans leur manifestation aux mêmes forces que celles qui existent chez les corps inertes.

4° Enfin, que toutes ces propriétés sont enchaînées entre elles par la plus étroite solidarité; si bien que l'on ne peut comprendre l'une sans l'autre, qu'elles soient toutes réunies chez un même être vivant, comme chez l'animal, ou qu'il n'y en ait qu'un certain nombre comme chez le végétal.

Index bibliographique (*organisation, propriétés élémentaires*). — Ch. Robin, *Sur la substance organisée et l'état d'organisation* (*Journ. de physiologie*). Paris, 1862, in-8, p. 501. — Idem, *Leçons sur les humeurs normales et morbides* (*Introduct.*, p. 21) Paris, 1867. — Ch. Robin et Verdeil, *Traité de chimie anatomique et physiol.* Paris, 1853, t. I, p. 205. — De Mirbel, *Exposition de la théorie de l'organisation végétale.* Paris, 1809, in-8, p. 114. — Heusinger, *Histologie*, t. I, p. 112. — Schleiden, *Beitr. zur Philogenesis*, in *Archiv. für Anat. und Physiologie*. Berlin, 1838, in-8, p. 137. — Schwann, *Mikroskopische Untersuchungen*, 1838, in-8, p. 221-223; *Vorlousige Mittheilungen*, in *Froriep's Neue Notizen*, 1838, p. 103-112. — Henle, *Traité d'anatomie générale, ou histoire des tissus, etc.*, 1843, t. I, p. 196. — A. Kölliker, *Anatomie microscopique : Éléments d'histologie humaine*, trad. Sée et Béclard, p. 19. — Remak, *Müller's Archiv*, 1852. — Virchow, *Beitr. zur spec. Path. and Therapie*, 1854, p. 329.—*Pathologie cellulaire basée sur l'etude physiol. et pathol. des tissus*, trad. P. Picard, 1861. — Ch. Robin, *Mém. sur les divers modes de la naissance de la substance organisée en général et des éléments anatomiques en particulier* (*Journal de l'anatomie et de la physiologie normale et pathologique de l'homme et des animaux*), année 1864, p. 27. —(*Anatomie microscopique des éléments anatomiques*). *Bibliothèque des sciences naturelles*, 1868, p. 50. — Budge, *Le nombre des fibres dans les muscles de la vie animale s'accroît avec l'âge* (*Communication faite à l'Acad. des sciences* le 11 octobre 1858). — Leclerc, *Sur les parties sensibles et irritables des plantes* (*Acad. des sciences*, séance du 4 juin 1855).— A. Vulpian, *Leçons sur la physiologie générale et comparée du système nerveux.* Paris, 1866. — Du Bois-Reymond, *Comptes rendus*, XXVIII, XXIX. — Idem, *dans une Lettre d'Alexandre de Humboldt à Arago.* — Idem, in *Untersuchungen zur Naturlehre des Menschen und der Thiere*, II, par Moleschott.

DU MILIEU.

Quel que soit le rang d'un être dans l'échelle organique, il est impossible de le concevoir sans son entourage. Par lui-même, il ne crée pas le moindre atome de matière; il ne fait que s'emparer des principes qui entrent dans la constitution des substances solides, gazeuses ou liquides répandues dans le monde ambiant. Son existence, de plus, est subordonnée à certaines conditions purement physiques résidant en dehors de lui : la pression atmosphérique, la lumière, la chaleur, la vapeur d'eau répandue dans l'air, lui sont tout aussi indispensables que l'oxygène, les boissons, les aliments. C'est à ce tout complexe qui entre en relation avec l'être vivant d'une façon ou d'une autre, et est une condition de son existence et de sa conservation, auquel on a donné le nom de *milieu*.

En considérant le milieu comme une condition de la vie, il ne faut pas croire cependant qu'il agisse sur l'organisme toujours d'une façon favorable pour sa conservation ou son entretien; si le milieu est une cause de

santé et de vie, il est aussi une cause puissante de maladies et de mort. A part peut-être de rares exceptions, on peut dire que l'organisation ne se crée pas à elle-même de maladies, elle les reçoit de l'extérieur; la maladie n'est dans la plupart des cas qu'un effet réactionnel d'une cause placée en dehors de l'être vivant.

Le milieu peut encore agir sur l'organisme d'une autre façon; il peut, quand les êtres vivants passent d'un milieu à un autre, leur imprimer des modifications compatibles avec l'état de santé, modifications légères si on les envisage chez l'individu qui s'est déplacé, mais qui peuvent devenir assez profondes pour altérer notablement les caractères du type, si on les envisage dans sa descendance.

On comprend donc, d'après cela, que le physiologiste ne doive pas envisager le milieu comme le cosmologiste; pour l'un et l'autre le sujet est le même, mais le but est différent. Tandis que celui-ci étudie les éléments du milieu au point de vue de leurs propriétés physiques et chimiques, celui-là, tout en mettant à profit ces connaissances, met ces éléments en rapport avec l'organisme, cherche à connaître la manière dont ils agissent sur lui, à se rendre compte comment toutes ces influences isolées ou réunies concourent à l'entretien de la vie, à la production de la maladie, à l'apparition de modifications organiques plus ou moins profondes.

Ces quelques mots suffisent, pensons-nous, pour motiver l'étendue que nous donnerons à ce sujet. Nous examinerons successivement : 1° les éléments du milieu dont l'influence sur les êtres vivants est le mieux connue : la lumière, l'air, la température, l'eau, les substances organiques et inorganiques; 2° les modifications imprimées à l'individu par le changement de climat, c'est-à-dire l'acclimatement; 3° les modifications imprimées à l'espèce par l'habitat prolongé de générations successives dans un climat où elle a été transportée.

LUMIÈRE.

« L'organisation, le sentiment, le mouvement spontané, la vie, n'existent qu'à la surface de la terre, et dans les lieux exposés à la lumière; sans la lumière, la nature était sans vie, elle était morte et inanimée. » (Lavoisier.)

« Tout ce qui respire et se meut tient sa vie de la lumière du soleil. » (Moleschott.)

Peut-être y a-t-il un peu d'exagération dans la manière de voir de ces deux physiologistes, puisqu'on trouve dans des lacs souterrains, soustraits complétement à l'influence de la radiation solaire, des protées, des poissons. Mais il n'en est pas moins vrai que la plupart des êtres de la création ont besoin pour vivre de l'influence de la lumière.

Chez les végétaux, elle est de toute nécessité. Une plante privée de

lumière se décolore, s'étiole et ne tarde pas à mourir. Regardées d'abord comme simples agents d'excitation, aujourd'hui la lumière et la chaleur de la radiation solaire sont considérées comme les forces mêmes qui agissent directement sur l'acide carbonique, l'eau, l'ammoniaque fournies à la plante par le sol et l'atmosphère, pour décomposer ces principes, et faire entrer les corps simples qui résultent de cette décomposition dans des combinaisons variées et complexes, lesquelles forment les principes immédiats organiques (voyez page 22). Le concours de ces deux agents est donc indispensable à l'activité de la vie végétale.

Chez les animaux les plus inférieurs, les rayons solaires paraissent être tout aussi nécessaires que chez les végétaux. Si l'on place de l'eau de source dans un vase transparent et exposé à la lumière, on verra bientôt se former au fond du vase une couche verdâtre, qui, examinée au microscope, paraîtra un petit monde de productions végétales et d'infusoires animaux. Si ce même vase est placé dans l'obscurité, les germes qu'il contient ne donneront naissance à aucun être nouveau. Un semblable résultat serait obtenu avec toute infusion faite à avec des substances végétales.

Des expériences de W. Edwards, effectuées sur des œufs de grenouille et sur des têtards, démontrent que la lumière a une influence très-marquée sur les métamorphoses qui doivent s'opérer chez les uns et chez les autres. Il place dans deux vases des œufs de grenouille : l'un était rendu imperméable à la lumière par des enveloppes et un couvercle de papier noir; l'autre était transparent. Il expose ces deux vases de façon que la température fût sensiblement égale, et que le vase transparent reçût les rayons du soleil. Les œufs exposés à la lumière se développèrent tous successivement; aucun de ceux qui furent maintenus dans l'obscurité ne se transforma en têtard.

D'autre part, il dépose douze têtards dans une boîte de fer-blanc percée de petits trous. Il place cette boîte à plusieurs pieds de profondeur dans la Seine : deux têtards seulement sur les douze subirent le changement de forme qui les constitue à l'état de reptiles, et ces deux individus se transformèrent beaucoup plus tard que ceux qui étaient exposés à la lumière dans une boîte transparente et à fleur d'eau. Ceux-ci avaient tous vécu et s'étaient tous transformés.

Moleschott étudia, chez des grenouilles, l'influence de la lumière sur l'activité des phénomènes organiques. Il faisait respirer des grenouilles vertes alternativement à la lumière et dans l'obscurité, et cherchait à voir combien, pour la même unité de poids, les grenouilles placées dans ces deux conditions exhalaient d'acide carbonique. Il mesurait l'intensité de la lumière en recevant celle-ci sur un morceau de papier imbibé d'une solution ammoniacale de chlorure d'argent; le noircissement déterminé par la lumière dans un temps donné était mis en regard d'une échelle de comparaison bien confectionnée. Les résultats obtenus par ce mode d'expérimentation sont les suivants : 1° Sous l'influence d'une vive

lumière, la quantité d'acide carbonique dégagée est de 1/5 plus considérable qu'à la lumière faible; 2° les grenouilles se comportent de la même manière dans l'obscurité, et pendant le jour lorsque le soleil est couvert de nuages, précisément comme les plantes, qui décomposent plus lentement l'acide carbonique qu'elles ont absorbé, quand le ciel est couvert. Ce qui revient à dire que la lumière du soleil accélère le travail moléculaire chez les animaux.

On doit à M. J. Béclard d'avoir fait connaître l'influence que possède la lumière diversement colorée sur l'activité du développement d'œufs de mouche et l'activité nutritive des grenouilles. Il dépose des œufs de mouche sous un certain nombre de cloches diversement colorées, en violet, en bleu, en rouge, en blanc, en vert; sous chacune de ces cloches tous les œufs se sont développés, mais d'une façon inégale : les vers soumis aux rayons verts l'étaient le moins, ceux qui étaient soumis aux rayons violets l'étaient le plus; en allant du maximum au minimum, on avait : 1° violet, 2° bleu, 3° rouge, 4° jaune, 5° blanc, 6° vert. D'autre part, des grenouilles exposées aux rayons verts et d'autres aux rayons rouges ont donné ce résultat, que les premières émettent plus d'acide carbonique que les secondes.

Tous ces faits semblent bien démontrer que la lumière, chez les animaux inférieurs, remplit un rôle important dans les phénomènes de développement et de nutrition. Chez les animaux placés au-dessus de la grenouille, cette influence n'est plus aussi manifeste. On a bien trouvé, chez ceux-ci, que pendant la nuit il y avait une exhalation moindre d'acide carbonique par rapport à celle qui était exhalée pendant le jour; mais l'obscurité doit, sans aucun doute, être moins prise en considération que le repos auquel le sommeil condamne l'organisme, repos qui fait que les muscles, le système nerveux, absorbant moins d'oxygène, laissent échapper moins d'acide carbonique. L'étiolement, la maigreur, la bouffissure de la face, la décoloration du teint chez des sujets habitant des chambres obscures, des prisons, des caves, des mines, ne peuvent être, non plus, attribués d'une façon exclusive à l'insuffisance de la lumière, car l'humidité, le manque de nourriture, le chagrin, la misère, sont tout autant de causes qui se réunissent généralement dans ces cas au défaut d'insolation pour débiliter l'organisme, et dont il est difficile de faire la part respective.

W. Edwards pensait que le défaut de lumière pouvait avoir de l'influence sur le développement des formes extérieures du corps. Il avait été conduit à cette idée par une observation qu'il fit sur des têtards laissés dans l'obscurité. Ces têtards, au lieu de se transformer en grenouilles comme ceux qui jouissaient de la lumière, restaient à l'état de têtards; seulement ils augmentaient de poids du double ou du triple par rapport au poids qu'ils auraient dû posséder au moment de leur transformation, si elle s'était réalisée. Ces expériences indiqueraient, selon W. Edwards, que l'action de la lumière tendrait à développer les différentes parties du corps dans cette juste proportion qui constitue le type de l'espèce. Les

preuves citées par cet auteur à l'appui de cette proposition appliquée à l'homme, sont les suivantes : 1° au dire de de Humboldt, dans les climats où la nudité n'est pas incompatible avec la santé, l'exposition de toute la surface du corps à la lumière est très-favorable à la transformation régulière du corps, ainsi chez les Chaymas, les Caraïbes, les Muyscas, les Indiens, les Mexicains, les Péruviens. 2° Les enfants pauvres, habitant des maisons étroites et mal éclairées, sont plus sujets aux déviations de forme des parties molles et des parties dures que ceux qui se trouvent dans des conditions opposées, et il suffit souvent, pour leur rendre une bonne conformation, de les placer dans des lieux bien éclairés. Mais, encore ici, il est difficile de faire la part de la lumière et des autres influences qui peuvent agir concurremment avec elle sur le développement du corps; il est même bien plus probable que la régularité dans les formes chez certains peuples est un caractère de race qui se perpétue par l'hérédité ; il est plus probable aussi que la conformation vicieuse des enfants privés de lumière tient davantage à la privation d'air, au défaut de nourriture, au manque d'exercice.

C'est sur la production du pigment cutané que la lumière paraît surtout agir chez l'homme, simultanément sans doute avec la température; l'influence de la lumière toutefois prédomine. Ce qui le prouve, c'est que les Groenlandais, les Esquimaux, habitant les pays très-froids, ont la peau brune ; or, le vif éclat communiqué au jour par la neige qui couvre le sol, peut seul expliquer cette coloration. Boitard rapporte que les Peaux-rouges de l'Amérique méridionale n'offrent leur couleur caractéristique que sur les parties découvertes de leur corps, c'est-à-dire sur les seules parties qui reçoivent la lumière. Nous savons, du reste, que l'exposition prolongée aux rayons solaires pendant l'été ne retentit que sur les surfaces qui ne sont point couvertes de vêtements ; les mains, la face, le cou, seuls se colorent, quoique le reste du corps soit exposé à peu près à la même température. Enfin, une dernière preuve de l'influence prépondérante de la lumière sur la coloration de la peau, c'est que les individus, tels que ceux qui appartiennent aux professions de forgerons, de verriers, de chaufourniers, soumis presque constamment à une chaleur intense provenant de foyers artificiels, lesquels fournissent une lumière peu vive comparativement à celle du soleil, ne prennent pas un teint brun, leur teint est plutôt rosé.

Ainsi, nous voyons que la lumière est d'autant plus indispensable aux phénomènes de développement et aux phénomènes de nutrition qui se passent chez les êtres vivants, que ceux-ci sont placés plus bas dans l'échelle. Aussi nécessaire pour la vie de la plante et de certains animaux inférieurs que le carbone, l'hydrogène, l'oxygène, l'azote, elle ne remplit plus chez les animaux supérieurs qu'un rôle accessoire dans les actes de rénovation moléculaire. Mais, par contre, au fur et à mesure que l'animal semble s'éloigner davantage de la plante, les organes de la vision deviennent de plus en plus apparents, plus complets, plus perfectionnés.

de telle sorte qu'avec ce perfectionnement, la lumière paraît avoir une destination toute autre. Elle permet, en effet, aux êtres pourvus d'appareils optiques d'acquérir des notions nombreuses, de mouvement, de forme, de couleurs, d'étendue, toutes notions extrêmement utiles à la conservation de l'individu et à la propagation de l'espèce.

Il nous reste à nous demander si l'augmentation des phénomènes nutritifs constatés chez les animaux sous l'influence de la lumière, est le résultat d'une excitation cutanée, ou d'une excitation visuelle. Il n'est pas douteux que l'augmentation du pigment soit l'effet d'une excitation directe produite par cet agent à la surface de la peau, puisqu'elle ne se produit que là où la lumière frappe; mais il est probable que l'augmentation des phénomènes nutritifs, révélée dans les expériences de MM. Moleschott et Béclard par la production d'une plus grande quantité d'acide carbonique, résulte d'une excitation qui se propage aux centres nerveux par les nerfs optiques. Ce qui le prouverait, c'est que, dans des expériences de MM. Bidder et Schmidt, la quantité d'acide carbonique qui s'échappait par les voies respiratoires d'animaux dont les yeux avaient été crevés, était égale le jour et la nuit, tandis que la quantité rendue par des animaux qui n'avaient pas subi cette mutilation était un peu plus grande le jour que la nuit.

AIR.

L'air est une des conditions les plus essentielles de la vie. C'est à la fois par ses propriétés physiques et par ses propriétés chimiques qu'il intervient; nous les étudierons successivement.

Quoique invisible, l'air est pesant; on s'en assure en soumettant à l'épreuve de la balance un ballon plein d'air et un ballon dans lequel on a fait le vide. Son poids en réalité est faible: 10 litres d'air ne pèsent guère que 13 grammes, tandis que 10 litres d'eau pèsent 10 kilogrammes. Mais, si l'on considère que cette atmosphère gazeuse a une étendue de 15 lieues, et peut-être plus encore d'après les dernières appréciations, on devra comprendre que la pression à laquelle nous sommes soumis doive être énorme. On a calculé que le poids de l'air sur une surface donnée était, pour chaque centimètre carré, de 1033 grammes, quand le baromètre marquait 760 millimètres. A Paris, la hauteur moyenne du baromètre a été trouvée de 756 millimètres; chaque centimètre carré supporte avec ce poids 1028 grammes. Le maximum de pression a été constaté en 1821, il était de 781 millimètres, ce qui correspond à un poids de 1052 grammes par centimètre carré; le minimum a été constaté en 1822, il était de 713 millimètres, ce qui correspond à un poids de 970 grammes pour la même surface.

De ces données il résulte qu'un homme, dont la surface du corps peut être évaluée à 17 500 centimètres carrés, supporte à Paris, en moyenne, une pression extérieure de 17 900 kil.; en 1821, cette pression s'est élevée à 18 410 kil., et en 1822 elle s'est abaissée à 16 975 kil.

L'énorme pression à laquelle les êtres vivants sont soumis a tout lieu d'étonner de prime abord, mais si l'on songe que cette pression s'exerce également dans tous les sens, que leurs organes sont pénétrés de liquides incompressibles, de plus contiennent des fluides élastiques dont la tension égale celle de l'air extérieur, on comprendra que leurs mouvements ne soient nullement entravés, et même qu'il ne résulte pour eux aucune incommodité.

La pression de l'air peut être augmentée ou diminuée dans des proportions assez notables sans qu'il survienne d'accidents. Pour l'augmentation de pression, quatre atmosphères et demie paraissent correspondre à la limite la plus élevée que l'homme puisse atteindre. Toutefois, quand il se soumet à ce genre d'expériences, il éprouve une série de phénomènes importants à connaître.

Lorsqu'on augmente de moitié la pression habituelle de l'atmosphère sur le corps de l'homme placé dans l'intérieur d'un récipient, on constate les effets suivants: le sujet accuse une sensation de chaleur, ce qui est dû à l'augmentation de température de l'air comprimé sous la cloche; l'oreille est le siége de douleurs plus ou moins intenses qui s'irradient vers la face, vers la gorge, ce qui tient au refoulement de la membrane du tympan par l'air condensé; l'ouïe paraît plus fine, conséquence de l'augmentation de la densité de l'air qui dès lors transmet mieux les ondulations sonores; pour la même raison, la voix est plus retentissante. La respiration devient plus libre, la poitrine se dilate plus à l'aise; l'exhalation d'acide carbonique est plus considérable jusqu'à ce que la pression atteigne 773 millimètres, au delà elle diminue (Paul Hervier). Le pouls est plein, résistant, fréquent; le réseau superficiel veineux presque vide, la peau cependant colorée. Les facultés intellectuelles sont excitées; les mouvements sont plus faciles; la fatigue, l'essoufflement arrivent plus lentement quand le sujet se livre sous la cloche à des travaux manuels, que quand il travaille à l'air libre. Il est facile de se rendre compte de ces derniers effets: d'une part, l'air agit mécaniquement sur la surface du corps et tend à expulser le sang contenu dans les parties superficielles vers les parties profondes, mais comme les artérioles et les capillaires de la peau et du tissu cellulaire sous-cutané sont plus soumis à la tension cardiaque que les veines, il en résulte que les premiers luttent avec plus d'avantage que les seconds contre le surcroît de pression extérieure; d'autre part, ce surcroît de pression introduit dans le poumon une quantité d'oxygène plus considérable qu'à l'état normal, augmente par conséquent les échanges gazeux qui s'accomplissent dans ce viscère. De ces deux causes résultent l'affaissement des veines superficielles, un sang plus rouge, plus artérialisé, qui colore plus fortement la peau, une augmentation dans l'activité vitale des tissus qui donne lieu à une contraction musculaire plus facile, plus énergique, à une suractivité des phénomènes intellectuels, enfin à une énergie plus grande des actes nutritifs, ainsi que l'indique le dégagement d'acide carbonique plus considérable quand la

pression ne dépasse pas un certain degré, au delà duquel elle devient un obstacle à l'élasticité du poumon, et nuit ainsi à l'hématose.

Quand la pression est de quatre à quatre atmosphères et demie, cette pression peut être encore supportée; mais alors le retour à la pression normale peut entraîner des accidents graves, si ce retour ne se fait pas graduellement; le sang étant saturé de gaz libres, ces gaz tendent à s'échapper tout à coup et provoquent la rupture des vaisseaux les moins bien soutenus par les parties molles qui les entourent, en particulier les vaisseaux du poumon et de l'encéphale.

L'activité des phénomènes nutritifs, croissant avec la pression atmosphérique, a suggéré à Halle et à Nysten l'idée d'employer l'air condensé dans le traitement des maladies où la nutrition était profondément troublée; mais cette idée a été mise à exécution surtout par MM. Pravaz à Lyon, Milliet à Nice, Tabarié à Montpellier et par M. Jourdanet; les déviations de la colonne vertébrale, la chlorose, la scrofule, sont les affections qui ont été traitées par ce moyen avec le plus de succès; les succès que l'on aurait obtenus dans les cas d'asthme, de palpitations, de gastralgie, de surdité, sont plus douteux.

Les expériences exécutées dans un récipient où l'on raréfie l'air, les ascensions aérostatiques et celles qui se sont faites sur les hautes montagnes ont permis d'étudier les effets de la diminution atmosphérique. Si l'on diminue dans un récipient dans lequel un individu se trouve placé la pression de l'air d'un quart d'atmosphère, on constate les phénomènes suivants : des douleurs se font ressentir du côté de l'oreille, ces douleurs sont dues au refoulement du tympan vers l'extérieur; les respirations sont courtes et nombreuses, le pouls est plein, dépressible et fréquent; les vaisseaux superficiels sont turgides, assez fréquemment surviennent des épistaxis; les paupières, les lèvres paraissent distendues; la sueur est abondante; la peau est le siége d'une chaleur incommode; le sujet éprouve un sentiment de faiblesse générale et une apathie complète. Ces phénomènes, comme on peut le voir, diffèrent de ceux qui sont dus à une augmentation de pression, ils s'expliquent de la façon suivante : La diminution de pression permet au sang d'affluer dans les parties périphériques aux dépens du sang des parties profondes, l'air arrive en même temps en moindre quantité dans le poumon, de là, dans les parties superficielles, une coloration plus vive, de là la sudation, de là de fréquentes hémorrhagies; de là, dans les parties profondes, une diminution dans la nutrition, une diminution dans l'activité vitale motrice et nerveuse, de là aussi une respiration plus fréquente dans le but de suppléer à la raréfaction de l'air. Enfin l'augmentation des battements du cœur tient à la diminution de tension dans les vaisseaux périphériques, le cœur se contractant d'autant plus facilement que la tension est moindre (voy. *Circulation artérielle*).

Les mêmes phénomènes se reproduisent quand on s'élève dans l'air à l'aide d'aérostats, ou quand on gravit les hautes montagnes. Dans les ascensions aérostatiques, on a surtout signalé une soif ardente qui tient

au desséchement de la muqueuse buccale et pharyngée, l'accélération des mouvements respiratoires et du pouls, des épistaxis, enfin de la céphalalgie, des éblouissements, des vertiges, des tintements d'oreille; ces derniers phénomènes sont une conséquence de l'abord d'une plus grande quantité de sang dans le centre encéphalique.

Lors de l'ascension des montagnes, existent de plus un froid bien plus vif que celui qui se fait sentir quand on s'élève dans les hautes régions en ballon, des gerçures de la peau du visage, une lassitude extrême et une gêne de la respiration que l'on ne rencontre généralement pas dans les ascensions aérostatiques.

L'intensité du froid signalé par les voyageurs qui ont gravi des montagnes élevées tient à des causes multiples; l'air raréfié absorbe moins que l'air des plaines les rayons du soleil directs et réfléchis, le sol se refroidit la nuit par rayonnement d'une façon considérable, la raréfaction de l'air active l'évaporation qui se fait à la surface du sol; à ces causes de réfrigération il faut ajouter encore l'action des vents et des rafales, la sécheresse de l'air qui augmente la transpiration pulmonaire et cutanée, l'humidité glaciale des neiges, l'insuffisance de l'hématose dans une atmosphère raréfiée.

Les gerçures de la face sont dues à la dessiccation qui s'effectue à sa surface; c'est là une conséquence de l'évaporation, d'autant plus active que la pression extérieure est moindre, et dont les voyageurs se préservent en faisant usage d'un masque de taffetas qui retient une portion de la vapeur d'eau expulsée des poumons.

La fatigue reconnaît pour cause, en premier lieu, l'effort qu'il faut faire pour élever son corps sur un plan oblique, effort qui doit être d'autant plus considérable, que la pression est moindre; à l'état normal la pression atmosphérique est, comme nous le verrons plus tard, une force qui maintient sans le secours de l'action musculaire la tête du fémur dans la cavité cotyloïde; plus la pression diminue, alors qu'on s'élève dans les régions élevées, plus les muscles pelvi-trochantériens sont obligés de se contracter pour contre-balancer les effets de cette diminution de pression. En second lieu, la fatigue, de même que la gêne de la respiration, paraît résulter de l'insuffisance de la quantité d'oxygène dans les hautes régions : c'est ce que semblent du moins prouver les faits suivants : De Saussure rapporte qu'au sommet du Mont-Blanc, il ne pouvait faire quinze pas sans être essoufflé, et Boussingault signale qu'au delà de 4000 mètres les mulets dont il se servait pour gravir le Chimborazo s'arrêtaient haletants presque à chaque pas et n'obéissaient plus à l'éperon. « Après nous être trouvés, ajoute-t-il, dans la nécessité d'abandonner, moi et mes compagnons, nos montures, nous étions forcés de nous arrêter tous les deux ou trois pas, et souvent même de nous coucher pendant quelques secondes. Une fois assis, nous nous remettions à l'instant même; notre souffrance n'avait lieu que pendant le mouvement. »

Tout en admettant que ces faits ne peuvent s'expliquer que par l'insuffisance de l'oxygène pour les actes de la locomotion, il reste cependant à savoir comment les individus qui habitent d'ordinaire de grandes hauteurs n'y éprouvent point cette gêne extrême de la respiration dont se plaignent habituellement les voyageurs. La capacité respiratoire augmenterait-elle avec l'habitude de vivre dans des lieux élevés? C'est là la seule supposition que l'on puisse faire, elle aurait du reste pour appui cette considération, c'est que certaines races, telles que la race indo-péruvienne, résidant sur des plateaux très-élevés, sont remarquables par l'amplitude de leur thorax.

Le rôle de la pression atmosphérique vis-à-vis des êtres vivants est facile à déduire des notions précédentes : elle modère l'évaporation qui se fait à la surface de leurs corps, elle favorise l'entrée de l'oxygène dans les voies respiratoires, elle s'oppose à la distension outre mesure des parois vasculaires par les gaz du sang et prévient ainsi leur rupture. C'est sous ce triple rapport qu'elle est d'une nécessité absolue pour l'exercice et le maintien de la vie.

Comme seconde propriété physique de l'air, nous trouvons celle de transmettre les ondulations sonores. Cette propriété est d'une importance incontestable. Les sons, comme on le sait, ne se transmettent pas dans le vide et sont très-notablement amoindris dans l'air raréfié. Chacun connaît l'expérience des physiciens qui consiste à faire vibrer un timbre sous la cloche d'une machine pneumatique dans laquelle on a fait le vide, les sons alors ne parviennent plus à l'oreille, jusqu'à ce que l'air soit rentré sous la cloche, et ils se font d'autant mieux entendre que l'air y pénètre en plus grande quantité. Or, ce qui se passe sous cette cloche se passe aussi dans les hautes régions de l'atmosphère. En effet, Th. de Saussure rapporte qu'ayant tiré un coup de pistolet sur le Mont-Blanc, le bruit qu'il entendit ne ressemblait qu'au bruit d'un bâton que l'on brise. Gay-Lussac et Biot ayant fait la même expérience à 6000 mètres au-dessus du niveau de la mer, ne perçurent qu'un bruit semblable à celui d'un coup de fouet. L'air est par conséquent une condition indispensable pour la transmission des sons; sans air, les êtres vivants se trouveraient plongés dans le silence le plus complet, que ne pourraient même pas interrompre les vibrations de leur glotte, siége de la voix.

Comme troisième propriété, nous trouvons la coloration de l'air. Cette coloration est bleuâtre quand l'air est vu en grande masse, ce que l'on constate quand le ciel n'est caché ni par les brouillards, ni par les nuages. Elle n'est pas sans utilité pour les êtres vivants, car elle atténue l'intensité des rayons solaires, et nous ne faisons qu'imiter la nature en conseillant aux personnes chez lesquelles la sensibilité visuelle est exaltée de porter des verres bleuâtres.

L'air, de plus, réfléchit et réfracte la lumière. C'est grâce à la pre-

mière propriété que les rayons solaires éclairent tous les points de l'espace, même ceux qui sont placés derrière les obstacles situés dans la direction de ces rayons. C'est grâce à la seconde propriété que les rayons solaires, en se recourbant pour ainsi dire, éclairent encore un point donné de notre globe quand le soleil est caché derrière lui, et éclairent ce même point avant que le soleil ait paru. Cette propriété de réfrangibilité nous épargne donc les inconvénients qui auraient pu résulter de passer brusquement de la nuit la plus obscure au jour le plus vif.

L'air jouit enfin de propriétés électriques. L'électricité atmosphérique ne peut être mise en doute, elle se démontre à l'aide de l'électroscope muni de pointes, et de galvanomètres. L'électricité de l'atmosphère est positive, le sol et tous les corps qui se trouvent à sa surface, au contraire, sont électrisés négativement. Les nuages en général sont électrisés comme l'atmosphère, mais il en est qui sont électrisés négativement, tels les nuages gris plombé.

Les sources de l'électricité atmosphérique sont multiples : ce sont les phénomènes de décomposition qui se passent dans l'air ou à la surface de la terre, la condensation des vapeurs, l'inégalité de la température et les mouvements des diverses couches d'air.

L'homme vit donc, en quelque sorte, dans une atmosphère d'électricité, son corps est continuellement traversé par des courants électriques, dus à la recomposition de l'électricité positive de l'atmosphère et négative du sol. Il n'a cependant pas conscience de ce passage, même quand la quantité d'électricité positive de l'air est à son maximum, c'est-à-dire le matin et le soir, instants où il y a dans l'air la plus grande quantité de vapeur d'eau.

Cette électricité a-t-elle à remplir un rôle chez les êtres vivants ? C'est ce qui serait impossible à dire. Il est certain que pendant les temps d'orage, quand l'atmosphère est chargée d'une plus grande quantité d'électricité, on éprouve souvent du malaise, de l'agitation, de la pesanteur, une dépression des forces. Chez les sujets rhumatisants, on a noté une exacerbation ou un retour des douleurs ; chez les asthmatiques, la réapparition fréquente des accès, de même chez les sujets atteints de fièvre intermittente, de névroses ; enfin, il n'est pas rare de voir la mort arriver plus promptement chez les individus atteints d'une affection incurable. Ce sont là les preuves apportées par les auteurs à l'appui de l'influence de l'électricité atmosphérique sur l'homme sain ou malade. Il faudrait toutefois, pour que ces preuves eussent toute la valeur désirable, pouvoir faire la part de l'influence des variations barométriques et thermométriques qui se mêlent aux influences électriques. En tout cas, nous ne sommes pas renseignés davantage sur le rôle physiologique de l'électricité atmosphérique chez l'homme.

Arrivons aux propriétés chimiques de l'air. L'air est composé d'oxygène et d'azote, dans la proportion en volume de 20,8 d'oxygène et

79,2 d'azote sur 100, dans la proportion en poids de 23 d'oxygène et 77 d'azote. L'air contient en outre de l'ozone, de la vapeur d'eau, une petite quantité d'iode, d'hydrogène carboné, sulfuré; enfin, il tient en suspension des corps solides d'une petitesse extrême et des matières organiques en dissolution dans la vapeur d'eau.

Quoique partie intégrante de l'air, l'oxygène est subordonné, quant à sa quantité, à des influences générales et locales nombreuses, ce qui fait que, recueilli dans un même lieu et à des instants différents, ou dans des lieux différents au même instant, ou dans des lieux différents à intervalles éloignés, l'air ne possède jamais identiquement la même proportion d'oxygène.

D'un relevé fait par M. Gavarret, relevé qui comprend toutes les analyses qui ont été faites de l'air atmosphérique sur les divers points du globe, il résulte que :

1° Sur 10 000 parties d'air, en poids, la proportion d'oxygène a varié entre 2258 et 2314; différence, 56. — Le minimum a été constaté par M. Lewy dans l'air recueilli en août 1851 sur la mer du Nord; le maximum a été constaté à la fois par M. Stas, à Bruxelles, et par M. Lewy, dans un échantillon d'air recueilli à la Guadeloupe.

2° Sur 10 000 parties d'air, en volume, la proportion d'oxygène a varié entre 2038,8 et 2120; différence, 81,2. — Le minimum a été fourni par de l'air recueilli en mars 1849, sur le Gange. Le maximum a été constaté à Paris par M. Doyère, en 1848.

Toutes ces influences générales et locales qui font varier la quantité d'oxygène dans d'assez grandes limites, sont difficiles à saisir expérimentalement, vu que l'oxygène, dégagé d'un lieu donné, diffuse très-rapidement dans l'atmosphère, et que l'oxygène dont peuvent s'emparer les corps à la surface du globe est rapidement remplacé par une nouvelle quantité. Certaines influences locales seulement ont pu être appréciées : ainsi M. Morren a constaté que de l'air pris à la surface de flaques d'eau couvertes de végétations, pouvait contenir pendant le jour jusqu'à 2367 volumes d'oxygène sur 10 000, ce qui est dû à la décomposition de l'acide carbonique par les végétaux. D'autre part, M. Moyle, dans les mines du duché de Cornouailles et M. Félix Leblanc dans les mines d'Huelgoat, ont vu, sans que la proportion d'acide carbonique changeât, que la proportion d'oxygène s'abaissait à 1453, à 960, sur 10 000 volumes d'air. Cette altération de l'air serait due, selon M. Leblanc, à l'absorption de l'oxygène par les pyrites, dont il a constaté la présence dans les parois des mines d'Huelgoat.

De tous les principes contenus dans l'air, l'oxygène est le plus indispensable aux êtres vivants; sans oxygène point de vie, et les faits qui, à une certaine époque, paraissaient contredire une proposition aussi générale, ont trouvé aujourd'hui leur explication. Ainsi il n'est plus douteux que la coquille de l'œuf de l'oiseau n'est point un obstacle insurmontable à la pénétration de l'air du dehors, nécessaire au développement de l'embryon; que les œufs des serpents ovovivipares, c'est-à-dire qui naissent d'œufs

chez l'éclosion se fait dans les parties génitales de la femelle, reçoivent de l'air qui leur arrive du poumon par des conduits aériens et les pénètre par endosmose; si des insectes, des mollusques ont pu vivre pendant un certain temps dans le vide de la machine pneumatique, c'est que le vide n'était pas parfait, et qu'il restait encore une quantité d'air suffisante pour leur existence; si des hannetons ont pu rester pendant six à sept jours sous l'eau sans donner signe de vie et subir une véritable résurrection au bout de ce temps (Balbiani), c'est que la quantité d'oxygène qu'ils possédaient dans leurs tissus avant l'expérience a suffi pour entretenir cette sorte de vie latente pendant leur immersion; si enfin, au temps de l'hibernation, des marmottes, des loirs, ont pu être empaquetés dans du foin comme un ballot et transportés ainsi à de grandes distances sans périr, c'est que ces animaux n'ont besoin pour vivre pendant l'hibernation que d'une quantité extrêmement faible d'oxygène en rapport avec le peu d'activité qu'ils possèdent.

Mais les faits qui ont le plus longtemps résisté aux explications sont ceux qui se rapportent à des crapauds trouvés vivants dans des blocs de pierre, dans de simples silex ou dans des troncs d'arbre, sans qu'il fût possible d'apercevoir aucune fissure donnant accès à l'air. Ces observations si extraordinaires suscitèrent de la part des physiologistes des recherches que nous ne pouvons passer sous silence.

En 1777, Hérissant enferma trois crapauds dans des boîtes scellées dans du plâtre, et, dix-huit mois après, deux crapauds vivaient encore, l'autre était mort. Cette expérience semblait donc démontrer que les crapauds pouvaient vivre un temps en réalité assez long sans la présence de l'oxygène; mais on pouvait lui objecter que l'air avait bien pu traverser le plâtre, ou bien que l'air renfermé dans ces boîtes avait bien pu suffire pour entretenir la vie de ces animaux pendant dix-huit mois. C'est dans le but de s'assurer de ces faits que W. Edwards, en 1817, reprit les expériences de Hérissant, en les modifiant toutefois; il mit au fond d'un certain nombre de boîtes du plâtre gâché, et plaça dans chacune d'elles un crapaud, la boîte fut ensuite remplie complétement de plâtre, de telle façon que celui-ci se moulait exactement sur toute la surface du corps de ces animaux. D'un autre côté, il plaça en même temps des crapauds simplement dans l'eau. Seize heures après l'expérience commencée, les crapauds qui étaient dans l'eau étaient tous morts, tandis que les crapauds qui étaient dans le plâtre étaient tous vivants. L'expérience fut continuée avec le plâtre sur ces survivants; au dix-neuvième jour, ceux-ci étaient encore en vie, et ils moururent de six semaines à deux mois et demi après. Le même résultat fut obtenu avec des salamandres.

Si les crapauds et les salamandres vivaient plus longtemps dans du plâtre que dans l'eau, il y avait tout lieu de supposer que le plâtre, en absorbant de l'eau, laissait passer plus d'oxygène à ces animaux que ne leur en fournissait l'eau. Et, pour s'assurer de cette perméabilité, W. Edwards s'y prit de la façon suivante : il boucha un tube de verre

de cinq pouces avec du plâtre, en ayant soin de le recouvrir au dehors par une certaine couche de cette substance, puis il le laissa sécher et mit encore du plâtre par-dessus pour boucher les ouvertures imperceptibles qui pourraient s'y trouver. Lorsque le tout fut complétement sec, il remplit le tube de mercure, le renversa dans une cuve remplie de ce métal et ne tarda pas à voir de l'air pénétrer dans le tube, au-dessus du mercure qui descendait.

W. Edwards avait de plus remarqué que les grenouilles et les salamandres vivaient plus longtemps dans le plâtre et le sable dessséchés que dans l'air; il attribua ce fait à ce que l'évaporation est sensiblement moindre chez l'animal confiné dans une loge solide que chez l'animal exposé à l'air libre.

M. Claude Bernard objecta à ces expériences que les crapauds entourés de tout côté par des corps avides d'humidité, devaient se dépouiller rapidement de l'eau indispensable aux actes vitaux; par conséquent, leur mort devait être hâtée par cette circonstance. Il s'en assura de la façon suivante : Un crapaud fut enfermé dans un vase poreux, clos, entouré de terre saturée d'humidité, pour que l'animal ne fût soumis à aucune action desséchante. Ce vase fut placé dans le sol à une certaine profondeur et abrité de manière que sa température restât à peu près constante. Au bout d'un an, le crapaud n'avait pas cessé de vivre; la seconde année, il vivait encore, mais il était considérablement amaigri; la troisième année il mourut, mais l'hiver ayant été rigoureux, sa mort pouvait être mise sur le compte du froid.

De toutes ces expériences il résulte que des crapauds ont pu vivre en réalité dans des corps solides pendant un temps assez long, mais elles démontrent aussi que, dans tous les cas, il pénétrait dans leur loge une quantité suffisante d'oxygène pour entretenir leur existence soit que cet oxygène fût libre, soit qu'il fût tenu en dissolution dans l'eau. On peut donc conclure que les auteurs, qui ont admis la possibilité de la vie chez des êtres dont le conflit était impossible avec l'air extérieur, ou ont été dupes de quelque supercherie, ou ont méconnu la perméabilité à l'air des parois qui les entouraient.

Le rôle de l'oxygène, chez les êtres vivants, est immense; on peut dire qu'il préside à presque tous les actes chimiques et à tous les actes vitaux dont ils sont le siége. Chez les végétaux, la graine, la fleur, pendant qu'elles se développent, absorbent, comme les animaux, jour et nuit, de l'oxygène qui, allant s'unir aux principes de la séve, concourt à la production de chaleur, d'eau, d'acide carbonique, en même temps qu'il concourt à la formation de principes immédiats nouveaux. Quand la végétation commence, le rôle de l'acide carbonique, il est vrai, devient prépondérant, mais le jour seulement, car pendant la nuit la plante absorbe de l'oxygène qui, s'unissant au carbone de ses tissus, produit de l'acide carbonique.

Chez les animaux, pour peu qu'ils soient élevés dans l'échelle, l'oxy-

gène pénètre dans le sang par l'intermédiaire d'appareils spéciaux admirablement disposés à cet effet (trachées, branchies, poumons), et toujours d'autant plus étendus en surfaces absorbantes, que l'animal jouit d'une activité vitale plus grande; dans le sang, il entre dans une combinaison toute particulière avec les globules rouges en suspension dans ce liquide, globules qui sont d'autant plus nombreux ou plus petits, que la quantité d'oxygène absorbée par l'animal est plus considérable; dans le torrent circulatoire, il est entraîné avec les globules jusque dans les vaisseaux capillaires; là, l'oxygène les abandonne et passe avec les matériaux du plasma à travers les minces parois de ces conduits, pour gagner les éléments anatomiques ambiants. Arrivé à ces éléments, il remplit un double rôle : d'une part, il concourt par sa seule présence aux modifications isomériques que subissent les matériaux du plasma avant de s'assimiler; d'autre part, il s'unit aux principes préexistants et les réduit en principes plus simples qui, sous forme de gaz acide carbonique ou de substances voisines de la matière inorganique, urée, acide urique, créatine, créatinine, acide inosique, acide sudorique, rentrent dans le torrent circulatoire, pour s'en échapper ensuite par le poumon (acide carbonique), par les reins (acide urique, urée, créatine créatinine, acide inosique), par les glandes sudoripares (acide sudorique, urée). C'est ainsi que l'oxygène, après avoir fait partie pendant un certain temps de l'organisme, rentre dans le milieu ambiant où il avait été puisé; seulement il n'est plus à l'état d'oxygène libre, il est en combinaison avec le carbone seul, ou le carbone, l'hydrogène, l'azote, et ne s'en séparera que pour recommencer tôt ou tard un nouveau cycle dans un corps organisé quelconque.

La propriété de nutrition est donc subordonnée à la présence de ce gaz, et ne peut s'accomplir sans son intervention. Mais ce rôle, déjà immense, ne s'arrête pas là; par cela même qu'il préside à tous les actes chimiques qui se passent dans l'économie, il devient l'agent qui assure à tous les êtres une certaine chaleur, laquelle leur permet de résister plus ou moins énergiquement, suivant leur activité vitale, aux variations de température du dehors. Enfin, les propriétés d'innervation et de contractilité ayant pour condition d'existence la propriété de nutrition, l'oxygène leur prête en même temps qu'à cette dernière son puissant concours, et leur est complétement indispensable.

Quantité d'oxygène introduite dans l'économie, étendue de la surface respiratoire, nombre de globules sanguins, énergie des actes nutritifs, température animale, quantité de produits versés au dehors par le poumon, les reins, les glandes sudoripares, énergie des actes de contraction, d'innervation, voilà tout autant de termes corrélatifs que l'on doit avoir toujours présents à l'esprit dans l'appréciation générale des actes de la vie. L'un de ces termes étant connu, les autres le sont. Un animal, par exemple, qui déploie une force musculaire considérable, relativement à son poids, a une température élevée, absorbe beaucoup d'oxygène, exhale beaucoup d'acide carbonique, possède un appareil respiratoire dont la

surface absorbante est considérable, possède des globules sanguins petits et nombreux, est le siége de phénomènes de composition et de décomposition nutritives énergiques.

En raison de cette importance capitale que possède l'oxygène dans les actes vitaux, on n'a donc pas lieu de s'étonner qu'un appareil tout spécial lui soit réservé à lui et à l'acide carbonique, et que la fonction de cet appareil, c'est-à-dire la respiration, soit une fonction continue; on n'a pas lieu de s'étonner qu'un besoin des plus impérieux nous force toujours à l'accomplir, quelle que soit l'énergie de notre volonté pour nous y soustraire; enfin, on n'a pas lieu de s'étonner non plus que dans les cas où l'homme et les animaux supérieurs se trouvent accidentellement soumis à la privation d'oxygène, toute propriété vitale cessant de s'effectuer, la mort n'en soit la prompte conséquence.

Le second principe que nous trouvons dans l'air est l'azote, dont la quantité est plus considérable que l'oxygène, puisque sur 100 parties d'air il entre 79 parties d'azote et 21 d'oxygène, mais dont l'importance biologique est moindre. Chez les végétaux, à la vérité, l'azote qui est absorbé, non à l'état libre comme les expériences de M. Boussingault l'ont prouvé, mais à l'état d'ammoniaque répandue dans l'atmosphère, concourt, ainsi que l'ammoniaque des engrais, à la nutrition et au développement de la plante. Mais, chez les animaux, l'azote semble ne servir qu'à mitiger les effets excitants que produirait l'oxygène, s'il était introduit pur dans les voies respiratoires. C'est ce que paraissent prouver les expériences faites sur les animaux que l'on fait respirer dans une atmosphère composée exclusivement d'oxygène. M. Demarquay a vu ces animaux mourir dans l'espace de 14 à 17 heures, et, à l'autopsie, il constata une turgescence et une vascularité considérables des muscles, des congestions et des suffusions sanguines dans les poumons, une augmentation dans la quantité de sang.

L'azote, du reste, de l'aveu de la plupart des observateurs, ne passe dans le sang qu'en très-faible proportion. Pour quelques-uns même, il n'y pénétrerait pas. L'azote ne paraît donc avoir aucun rôle à remplir dans les phénomènes qui se passent au sein des tissus.

L'acide carbonique de l'air est le principe qui vient en troisième ligne; sa quantité est fort minime, puisque, en moyenne, il n'entre dans sa constitution que pour un dix-millième.

L'acide carbonique n'est pas un principe essentiel de l'air comme l'oxygène, l'azote; sa présence dépend de circonstances en quelque sorte fortuites. La source de l'acide carbonique de l'air est multiple: en premier lieu il provient de la respiration de tous les animaux, qui, en même temps qu'ils absorbent de l'oxygène, rejettent au dehors de l'acide carbonique, résidu réduit à sa plus simple expression des phénomènes de nutrition; les plantes elles-mêmes laissent échapper par leurs feuilles

pendant la nuit une proportion notable de ce gaz. Les autres sources sont les combustions qui s'effectuent dans les foyers artificiels, et les nombreux phénomènes de décomposition qui se passent dans les matières placées à la surface du sol ou dans les profondeurs de la terre; l'acide carbonique qui reconnaît cette dernière cause, s'échappe surtout de terrains volcaniques ou de terrains calcaires, et souvent la quantité est telle que, vu la densité de ce gaz, plus considérable que celle de l'air, vu aussi ses propriétés irrespirables, son dégagement peut amener une mort rapide chez les animaux que l'on expose à ses effets, ou qui s'y exposent d'eux-mêmes. Tout le monde a entendu parler de la grotte du Chien, près de Pouzzoles, en Italie, ainsi nommée parce que les gardiens de cette grotte y placent, pour satisfaire la curiosité des étrangers, des chiens qui ne tardent pas à être asphyxiés, à moins qu'on ne les en retire promptement. Il existe à Lacacher et près d'Aigueperse, en Auvergne, deux sources d'acide carbonique d'une abondance telle, qu'en pleine campagne les insectes et même les oiseaux qui viennent se placer dans certains enfoncements de terrains situés au-dessous de ces sources y trouvent une mort certaine. La richesse de la végétation aux environs de celles-ci les attire, et les bergers peuvent souvent faire, sans beaucoup de frais, une chasse fructueuse.

De ces causes multiples de la production d'acide carbonique doit provenir, on le comprend facilement, une proportion énorme de ce gaz. Le calcul fait par M. Boussingault sur la quantité d'acide carbonique produite en 24 heures dans Paris n'en donnera même qu'une très-faible idée. Les chevaux en produisent 132 370 mètres cubes, la population 330 777 mètres cubes, et les combustibles 855 385 mètres cubes; quelle ne doit pas être, d'après ce calcul, l'immense quantité d'acide carbonique produite sur toute la surface du globe? Il semblerait alors que cette immense quantité de ce gaz, qui, pour sa production, enlève nécessairement à l'air une proportion très-considérable d'oxygène, doive apporter des modifications profondes dans l'atmosphère, et que, son accumulation augmentant sans cesse, l'air doive perdre une quantité de plus en plus grande d'oxygène, et gagner une quantité de plus en plus considérable d'acide carbonique. Il n'en est cependant rien; les analyses entreprises par MM. Dumas et Boussingault, en 1841, ont fait voir que les proportions d'oxygène et d'azote différaient à peine de celles qui, depuis une trentaine d'années, avaient été considérées comme la formule de la composition de l'air.

Quant à l'acide carbonique, la moyenne, 4 parties sur 10 000, reste la même. Ce n'est pas qu'il n'y ait pour ce gaz, comme pour l'oxygène, de nombreuses oscillations à des instants différents, quand on le recueille dans les mêmes localités ou dans les diverses localités du globe; ces oscillations sont tout aussi accusées que pour l'oxygène, mais elles ne sont pas non plus extrêmement grandes. Ainsi, Th. de Saussure, faisant des analyses de l'air en Suisse, a remarqué que la proportion d'acide

carbonique était plus considérable dans les montagnes que dans la plaine, la nuit que le jour. Les observations faites à Paris par M. Boussingault ont confirmé ce dernier point; la proportion était de 3,9 pendant le jour et s'élevait à 4,2 pendant la nuit. M. Boussingault a aussi fait voir que l'air des villes contient plus d'acide carbonique que l'air des campagnes : dans une prise d'air effectuée à Paris, il a trouvé 4,14 d'acide carbonique; dans une autre prise d'air effectuée à Saint-Cloud, il a trouvé 4,13. Sur mer, d'après M. Lewy, la proportion d'acide carbonique serait plus considérable le jour que la nuit, contrairement à ce que Th. de Saussure et M. Boussingault ont constaté avec l'air pris en Suisse et à Paris. Dans un voyage effectué du Havre à la Nouvelle-Grenade, cet auteur a obtenu comme moyenne de onze prises d'air pendant la nuit 3,46 d'acide carbonique et 2097,41 d'oxygène sur 10000 parties; pendant le jour, il a obtenu 5,30 d'acide carbonique, 2105,80 d'oxygène. Dans ces analyses, l'élévation du chiffre de l'acide carbonique pendant le jour concorde, comme on peut le voir, avec l'élévation de la proportion d'oxygène, ce qui tient à ce que l'eau salée contient une assez forte proportion d'air en dissolution, lequel se dégage sous l'influence de l'élévation de température pendant le jour.

M. Lewy a aussi reconnu dans la Nouvelle-Grenade, que sur des montagnes au pied desquelles se trouvaient de vastes foyers de combustion alimentés par du bois sec, le chiffre de l'acide carbonique était très-élevé : 11,203 à 282 mètres d'altitude, 12,33 à 998 mètres, 24,47 à 396 mètres; en même temps que la proportion d'acide carbonique s'élevait, le chiffre de l'oxygène baissait dans le même ordre : dans le premier cas, il était de 2054,83; dans le deuxième, 2054,48; dans le troisième, 2033,07.

Enfin, dans certaines expériences de cet auteur faites à Bogota, la proportion d'acide carbonique, d'un jour à un autre, s'est accrue d'une façon remarquable; du 1er au 9 septembre 1848, sa moyenne a été de 19,79; le 3 septembre, sa proportion s'élevait au chiffre énorme de 49,04, et pendant ce temps la proportion d'oxygène restait normale. Aucune cause locale ne put expliquer à M. Lewy la cause de cet accroissement considérable du chiffre de l'acide carbonique.

Comme on le voit, à l'exception de ce dernier cas, ces chiffres que nous avons empruntés au remarquable travail de M. Gavarret, n'indiquent pas dans l'atmosphère, malgré la grande quantité d'acide carbonique qui y est incessamment déversée, une fluctuation très-grande dans les proportions de ce gaz.

Qu'est devenue alors cette immense quantité d'acide carbonique que l'on ne retrouve plus? L'acide carbonique est soluble dans l'eau; la pluie, par conséquent, en entraîne une partie dans le sol, les rivières, les fleuves, les mers. Là, l'acide carbonique se combine avec la chaux; à cet état, il sert à la nutrition de la plante fixée au sol, il concourt à la formation de l'albâtre, de l'onyx, du marbre; c'est aussi l'acide carbonique combiné avec la chaux qui forme ces masses énormes de madrépores

et de polypiers qui, dans certaines mers, constituent des îles entières. Enfin les plantes sont les principaux appareils absorbants de l'acide carbonique : par les stomates des feuilles, elles s'en emparent, et les vaisseaux le conduisent dans l'intimité du tissu végétal où le carbone se fixe à l'état de carbone combiné avec un équivalent d'oxygène, c'est-à-dire à l'état d'oxyde de carbone, l'autre équivalent d'oxygène s'échappant par les feuilles et retournant dans l'atmosphère. C'est ainsi qu'en vertu d'un mécanisme admirable, les végétaux rétablissent une harmonie que les animaux tendent à rompre alors qu'ils versent dans l'atmosphère une quantité énorme d'un gaz irrespirable, s'emparant de celui-ci pour le faire servir à la constitution de leurs tissus et rendant en échange à l'atmosphère l'oxygène indispensable à l'existence des animaux.

Il est facile de se convaincre, d'après tout ce que nous venons de dire, que, dans aucune condition, ni les variations dans la quantité d'oxygène, ni celles de l'azote, ni celles de l'acide carbonique, ne sont jamais assez considérables pour amener des troubles dans les fonctions des êtres vivants. Exceptons-en toutefois l'air qui se trouve en rapport avec de véritables sources d'acide carbonique. Ce n'est donc pas dans l'analyse des proportions de ces gaz qu'il faut chercher les causes de ces viciations de l'air atmosphérique amenant ces terribles et nombreux fléaux qui déciment de temps à autre des populations entières. Ce n'est pas non plus là qu'il faut s'adresser pour trouver la source de ces épidémies locales, d'erysipèle, d'infection purulente, de petite vérole, de fièvre typhoïde, etc., qui envahissent si souvent nos hôpitaux; aujourd'hui, il n'est pas un seul de ces établissements qui, grâce aux progrès de l'hygiène, ne possède une ventilation capable d'entretenir la composition normale de l'air dans ces différents lieux, c'est-à-dire qui fournisse au moins 13 mètres cubes d'air par homme et par heure. C'est aux matières organiques en voie de décomposition dans l'atmosphère, provenant soit de substances végétales, soit de substances animales, que sont dus ces grands fléaux qui dévastent les populations; et c'est surtout, pour les épidémies locales survenant dans les établissements hospitaliers, les matières organiques émanées des voies respiratoires, de la sueur, des linges à pansement, des plaies, des vases de nuit, etc. Or, la ventilation est incapable par elle-même de priver complétement l'air de ces miasmes; il faut donc lui adjoindre d'autres moyens, parmi lesquels nous paraissent devoir être signalées : la diminution d'étendue des salles, leur séparation par des cours larges, bien éclairées et bien aérées; la disparition rapide de toutes les pièces de pansement; la prise d'air, non dans l'air qui s'échappe de l'hôpital, mais dans l'air qui en est éloigné; enfin, l'écartement de toutes pertes d'eau, desquelles se dégage nécessairement de la vapeur, véhicule principal des matières organiques en voie de décomposition.

Quand il s'agit d'un air complétement confiné, c'est-à-dire qui n'est pas renouvelé, la cause principale de la mort est sans aucun doute dans la diminution de l'oxygène, et surtout dans l'augmentation de l'acide carbo-

nique (voy. *Asphyxie*); mais, même encore ici, il faut tenir compte des émanations miasmatiques. Ainsi, M. Gavarret a vu mourir des animaux qu'il avait placés dans l'intérieur de cloches, bien qu'il eût soin d'absorber avec une dissolution alcaline l'acide carbonique au fur et à mesure qu'il se dégageait, et de restituer l'oxygène au fur et à mesure qu'il était consommé.

Nous arrivons à un principe que nous connaissons depuis quelques années à peine, nous voulons parler de l'ozone. La découverte de l'ozone est due à M. Schœnbein, professeur à Bâle. Ce ne fut pas d'abord dans l'air que ce gaz fut constaté; cet auteur, se livrant à des essais sur la décomposition de l'eau par la pile voltaïque, fut frappé de l'odeur que le fluide gazeux qui s'échappait de l'eau manifestait, et, après de nombreuses expériences, il conclut que cette odeur était due à un corps particulier auquel il donna le nom d'ozone (ὄζειν, avoir de l'odeur); il considéra ce gaz d'abord comme un corps simple, mais il abandonna cette opinion pour le regarder comme un composé d'hydrogène et d'un radical particulier qui serait l'ozone. Plus tard MM. E. Fremy et E. Becquerel admirent que l'ozone était une modification allotropique de l'oxygène résultant de l'action de l'électricité, et donnant à ce gaz de nouvelles propriétés et un pouvoir oxydant beaucoup plus énergique que lorsqu'il a été préparé par les méthodes ordinaires : c'est pourquoi ces auteurs ont proposé le nom d'oxygène électrisé. Enfin, d'après MM. Andrews et Taït, l'ozone ne serait que de l'oxygène condensé; il se produirait, au moment de la transformation de l'oxygène, une condensation tellement considérable, que la densité de l'ozone serait au moins égale à 50 fois celle du premier gaz, c'est-à-dire de beaucoup supérieure à celle d'aucun gaz, à celle d'aucune vapeur.

Après qu'on eut obtenu ce corps à l'aide de l'électricité dans les expériences de laboratoire, on dut s'enquérir de savoir si l'air, chargé constamment d'électricité, contenait de l'ozone, et pour cela on employa d'abord des réactifs fondés sur les propriétés très-oxydantes de ce corps. M. Schœnbein imprégna du papier de sulfate ou de chlorure de manganèse; ce papier, étant séché et exposé à l'air, dénote la présence de l'ozone par la coloration brune qu'il prend, le protoxyde de manganèse se changeant en peroxyde sous l'influence de cet agent. Mais le réactif préféré plus tard par M. Schœnbein fut le papier imprégné d'iodure de potassium et d'amidon. Quand on expose ce papier ioduré et amidonné dans une atmosphère ozonisée, le papier jaunit, se colore de plus en plus, et finit par devenir bleu si l'air contient une forte proportion de vapeur d'eau. Dans tous les cas, si l'on trempe ce papier qui a subi l'influence de l'ozone dans l'eau, on le voit prendre une coloration plus ou moins foncée, suivant le degré de décomposition de l'iodure de potassium. La réaction est la suivante : l'ozone oxydant le potassium met l'iode à nu, et l'iode, se trouvant en contact avec l'amidon, forme aussitôt un iodure d'amidon qui révèle sa présence par une belle couleur bleue.

Pour mesurer la quantité d'ozone dans l'air, il suffit de comparer la coloration du papier ioduré exposé à son action avec des types de papier où la teinte est graduée avec soin et avec des quantités connues d'ozone. Cette échelle, dite ozonomètre, se compose de onze bandelettes portant des numéros depuis 0 jusqu'à 10. La bandelette n° 0 est tout à fait blanche, la bandelette n° 10 est la plus colorée, les autres bandelettes ont des teintes intermédiaires. C'est à l'aide de cette échelle de graduation que l'on a pu constater que l'ozone de l'atmosphère croît proportionnellement aux hauteurs, qu'il en existe une quantité plus considérable à la surface des eaux et du sol que partout ailleurs; que sa quantité est plus forte la nuit que le jour; enfin qu'elle varie suivant mille circonstances, le froid, l'humidité, les orages, la fréquence des pluies, la direction et la force des vents, la température, toutes ces variations étant parallèles aux variations de l'état électrique de l'atmosphère.

Quel peut être le rôle de l'ozone? On lui attribue le rôle de stimuler l'activité nutritive; si l'ozone est un excitant de l'organisme, il n'agit assurément à ce titre que sur la périphérie, chez les animaux du moins : le sang en effet ne paraît pas en contenir. M. Schœnbein cependant avait découvert que ce gaz bleuissait le papier de gaïac, et, comme le sang produit la même coloration, il en avait conclu que le sang contenait de l'ozone; mais si l'on agite du sang dans un flacon contenant de ce gaz, celui-ci disparaît promptement et son odeur avec lui; il est donc probable que l'ozone n'existe pas dans le sang, et n'a pas par conséquent de rôle à remplir, immédiat du moins, dans les phénomènes nutritifs.

Dans la production des maladies, suivant quelques auteurs, l'ozone jouerait un rôle très-important. Son absence ou sa diminution empêcherait la destruction des miasmes, serait la cause de l'explosion des épidémies de choléra, la cause des fièvres intermittentes dans les pays marécageux. L'augmentation de l'ozone dans l'air provoquerait des phlegmasies des organes respiratoires, pneumonies, bronchites, grippes. Mais, malgré les nombreux travaux faits à ce sujet, la science attend encore de nouvelles recherches.

L'iode a été trouvé dans l'air par M. Chatin, qui l'a regardé comme un principe à peu près constant; il l'a trouvé non-seulement dans l'air, mais dans la terre, l'eau, les animaux, les plantes, le lait, les œufs et le vin : de telle sorte que, pour cet auteur, l'iode serait un corps qui se rencontrerait dans la nature à peu près partout. L'insuffisance de la proportion d'iode dans certains pays serait pour lui la cause principale du goître et du crétinisme; il n'aurait obtenu dans les vallées profondes des Alpes, où ces affections sont endémiques, qu'une quantité infiniment faible d'iode : 1000 litres d'air, 1 litre d'eau fluviale, 1 litre d'eau de source ou de torrent, 10 grammes de terre arable, pris dans ces lieux, ne lui fournirent pas chacun 1/2000 de milligramme d'iode; tandis que, dans la zone de Paris, où le goître et le crétinisme

sont inconnus, 700 à 800 litres d'air contiennent au moins 1/200 de milligramme d'iode, le litre d'eau pluviale 1/150, le litre d'eau de source ou d'eau de rivière 1/300, et 10 grammes de sol arable 1/200 de milligramme.

On a reproché à M. Chatin d'avoir employé des réactifs impurs : MM. Luca, Cloëz, Mène, disent n'avoir jamais constaté dans l'eau de pluie, avec les réactifs les plus sensibles, la présence de l'iode là où il n'y avait pas de goître et de crétinisme. Mais, d'autre part, les résultats de M. Chatin ont été confirmés par van Ankum et Nadler. Le premier a analysé les eaux de source de toute la Hollande; sur 83 cas, il ne constata qu'une fois l'absence de l'iode. Il a trouvé de l'iode dans les eaux du Rhin, de la Meuse, du Vecht et de l'Yssel, dans l'air et dans l'eau de pluie. Dans 57 expériences faites avec de l'eau de pluie, l'iode ne manqua qu'une seule fois. Nadler a analysé l'air de Zurich, ville où il y a beaucoup de goitreux; il a de plus analysé l'eau du lac, diverses plantes, le pain, le lait, les œufs, et n'y a pas trouvé d'iode. Une seule fois, il a trouvé dans le liquide exprimé d'un blanc d'œuf une trace d'iode très-faible, mais cependant appréciable.

L'hydrogène carboné et l'hydrogène sulfuré ont été souvent constatés dans l'air. L'hydrogène carboné se produit dans beaucoup de circonstances : il se dégage des houillères, des matières végétales en décomposition, de certaines mines de bitume asphaltique, des tuyaux de conduite du gaz de l'éclairage. C'est lui qui donne lieu aux feux follets qui se voient en Italie, sur les Apennins, et dans beaucoup d'autres lieux.

L'hydrogène sulfuré provient de la réaction des matières organiques en décomposition sur les sulfates. On le trouve en très-grande abondance à l'embouchure des grands fleuves, là, par conséquent, où se mélangent les eaux douces et les eaux salées (Daniell), dans les flaques où l'eau de mer se dépose (Lévwy); les eaux du bassin de Paris, le sol et les puits de cette ville sont infectés par la présence de ce gaz (Chevreul). On s'est demandé, dans ces derniers temps, si l'hydrogène sulfuré ne jouait pas un rôle important dans l'insalubrité de certaines localités, alors qu'on a rapproché les observations de MM. Daniell et Lévwy d'une assertion déjà émise en 1839 par Savi, assertion qui attribuait à ce gaz le développement de la malaria dans les maremmes, et du fait suivant signalé par Monfalcon dans son histoire des marais : c'est qu'à la suite de l'irruption de l'eau de mer dans les terrains palustres, les fièvres intermittentes prennent un degré d'activité insolite. De nouvelles observations sont nécessaires pour que l'on puisse accorder à l'hydrogène sulfuré une influence aussi malfaisante.

Enfin signalons le chlore, l'acide chlorhydrique, l'acide sulfurique, l'acide sulfureux, les gaz phosphorés, l'hydrogène arsénié; ce sont là des produits de l'industrie humaine tout à fait éventuels dans l'air atmo-

sphérique, et que l'on trouve généralement au voisinage des usines d'où s'échappent ces gaz.

Constamment il y a dans l'air de l'eau à l'état de vapeur, cette eau se trouve dans la proportion de 0,0166 à 0,0033. Elle provient des corps liquides ou simplement humides qui existent à la surface de la terre. La physique nous apprend que l'évaporation, c'est-à-dire la transformation de l'eau en fines molécules qui constituent la vapeur, varie avec la température, la quantité de vapeur répandue déjà dans l'atmosphère ambiante, le renouvellement de cette atmosphère, enfin l'étendue de la surface d'évaporation. Ce qu'il nous importe surtout de savoir, c'est que les êtres vivants ne sont pas plus que les corps inertes soustraits aux effets de l'évaporation qui s'effectuent à leur surface; les parties superficielles, de même que les parties profondes communiquant avec l'extérieur, sont pénétrées de liquides; or, les propriétés des corps vivants, quelles qu'elles soient, ne sauraient empêcher ce liquide de se convertir en vapeurs, et la vie n'a d'influence qu'en modifiant le degré de perméabilité des membranes pour l'eau qui les traverse, ou en les faisant traverser par une quantité variable de liquides.

L'existence de la vapeur d'eau dans l'air est une condition indispensable de la vie; elle fournit de l'hydrogène et de l'oxygène à la constitution de la plante, alors qu'elle se dépose sur elle à l'état de rosée ou tombe sous forme de pluie; chez les animaux, son rôle est essentiellement physique, elle modère l'évaporation cutanée et pulmonaire. Dans les expériences de W. Edwards, des grenouilles placées, les unes dans de l'air sec, les autres dans de l'air humide, présentaient une diminution de poids qui variait du simple au double, quelquefois même, quand l'air était humide, elles augmentaient de poids, absorbant une partie de l'eau condensée à la surface de leur corps.

La vapeur d'eau en excès dans l'atmosphère est sans doute pour l'organisme une cause fréquente de troubles; mais comme aux effets de l'humidité de l'air s'ajoutent nécessairement ceux de sa température, de sa pression, de son état électrique, il est fort difficile et même impossible de préciser sa part d'action.

La vapeur d'eau contenue dans l'air peut tenir en dissolution des matières organiques décomposées; c'est là un point qui intéresse au plus haut degré l'hygiéniste et le médecin, car c'est à la présence de ces matières que sont dues les affections qui, dans l'espèce humaine, exercent le plus de ravages.

Ces substances proviennent des exhalations pulmonaires et cutanées de tous les animaux qui couvrent la surface du globe; elles proviennent aussi de produits végétaux et animaux en voie de décomposition. La présence de matières organiques expulsées par la respiration pulmonaire est un fait aujourd'hui hors de doute. Elle se décèle quand on fait passer une certaine quantité d'air expiré à travers de l'acide sulfurique

concentré; le réactif brunit légèrement, ce qui révèle leur présence. Un grand nombre d'observateurs ont de plus constaté que la vapeur d'eau exhalée par le poumon et condensée donne, au bout d'un temps très-court, des signes de putréfaction; il en est de même de la sueur. Les matières organiques provenant des effluves marécageux ont aussi été recherchées. Moscati, de Milan, qui a recueilli une certaine quantité de vapeurs contenues dans l'atmosphère des marais, a reconnu dans cette vapeur condensée une matière floconneuse, putrescible, d'odeur cadavérique. Mais, ni l'analyse chimique, ni les observations microscopiques proposées par M. Pouchet, ne nous ont rien appris sur la nature exacte de ces principes émanés de substances en décomposition; et pour connaître leurs influences pernicieuses sur les organismes vivants, il est nécessaire de se reporter aux phénomènes qui se passent dans leur sein à l'état normal, aux lois générales qui régissent les mutations de la substance organisée.

Nous avons vu que les principes immédiats azotés de nos tissus possédaient la propriété remarquable d'opérer, par leur seule présence, la transformation isomérique des principes de même nature qui arrivent à leur contact : ainsi la musculine, la chondrine, l'osséine, transforment en leur propre substance les principes albuminoïdes que la circulation leur apporte incessamment. Les mêmes phénomènes se passent dans le sang à l'état normal : ainsi les peptones absorbées par l'intestin se transforment en albumine, dès qu'elles ont pénétré dans le torrent circulatoire. Or, les principes immédiats altérés, de nature azotée, qui passent de l'air dans le sang par l'intermédiaire du poumon pourront ou s'assimiler aux principes azotés du sang, ou causer la transformation des principes du sang en leur propre substance. Dans le premier cas, le sang ne présentera aucune altération, et l'organisme n'en souffrira pas; il pourra même se faire que ces principes exercent une influence favorable sur les phénomènes nutritifs, comme le prouve l'embonpoint, souvent constaté, des bouchers, des équarrisseurs, des tanneurs, des garçons d'amphithéâtre. Dans le second cas, au contraire, l'altération du sang deviendra manifeste, augmentera de plus en plus, et cette altération se traduira à la fois par des symptômes généraux et locaux variables suivant la nature des principes décomposés qui auront été absorbés. Ainsi s'explique l'influence des virus et des miasmes, les virus résultant de matières organiques décomposées qui passent d'un organisme vivant à un autre, les miasmes qui proviennent de corps organisés morts et décomposés, animaux ou végétaux; les uns et les autres donnant lieu à des affections spéciales suivant la nature des principes qui les constituent.

Cette altération n'a pu être constatée jusqu'ici que dans un petit nombre de cas, mais elle a été démontrée dans ces derniers temps d'une façon bien nette dans le choléra. M. Ferdinand Papillon a fait voir que, dans cette affection, l'albumine du sang n'a pas la propriété de l'albumine normale. Elle est plus stable, plus fixe, beaucoup moins altérable et mo-

bile; en un mot, elle a changé de constitution. Elle a subi une transformation moléculaire qui a modifié ses propriétés et particulièrement celle de rester liquide.

La découverte dans l'air de ferments organisés appartenant au règne végétal et au règne animal a poussé quelques savants à regarder, même avant de s'en assurer expérimentalement, ces ferments comme la cause de toutes les maladies virulentes ou miasmatiques. Mais, avec les expériences sont arrivées les désillusions. Toutefois M. Davaine a fait voir qu'il était une maladie des plus contagieuses, le charbon ou sang de rate, qui reconnaissait pour cause la présence dans le sang d'une quantité immense de bactéries; il a pu infecter avec ces bactéries un grand nombre d'animaux. C'est là la seule observation de ce genre que nous possédions.

Enfin, l'air tient en suspension des quantités innombrables de corpuscules solides qui constituent ce que l'on appelle les poussières. On peut s'en assurer en observant un faisceau de lumière arrivant par une ouverture étroite dans une chambre obscure. L'étude des poussières a, dans ces derniers temps, été faite d'une façon toute spéciale par M. Pouchet. Le premier, M. Pouchet appliqua la micrographie à l'étude de l'air. Pour recueillir ces molécules, il fait passer de l'air dans une série de tubes à boules disposés en U et contenant de l'eau, ces tubes communiquent avec un aspirateur rempli du même liquide; quand le robinet de l'aspirateur est ouvert, l'air passe dans l'eau des tubes à boules et y dépose les corpuscules qu'il contient.

M. Pouchet a interrogé avec le microscope la poussière de tous les siècles, de toutes les localités; il l'a recherchée dans les monuments des grandes villes, dans ceux du rivage, dans ceux du désert, et les substances qu'il a rencontrées sont fort nombreuses. Les principales sont: des grains de fécule, des grains de silice, des infusoires complets, des œufs d'infusoires, des spores, des plaques d'épiderme végétal, des grains de pollen, des corpuscules de charbon de bois, de charbon de terre, des filaments de laine, de soie, des débris de vêtements de toute sorte. Mais, parmi toutes ces substances, celle que l'on rencontre le plus souvent est la fécule; il l'a trouvée à peu près partout, excepté dans des lieux très-élevés; sa quantité est d'autant plus considérable, que l'on explore des lieux plus rapprochés des grands centres de population; elle est tellement abondante, qu'une aile de mouche possède à sa surface une trentaine de grains; la surface du corps de l'homme en est couverte, il suffit de secouer ses vêtements pour en détacher un nombre considérable de grains. Cette fécule, quel que soit le temps où l'on puisse la rapporter, a conservé ses caractères normaux, elle bleuit par l'iode, dévie la lumière polarisée comme la fécule normale. M. Pouchet a pu constater ces caractères sur des grains de fécule trouvés dans la caisse du tympan de chiens momifiés, et dans les palais des Thébaïdes qui datent peut-être

des Pharaons. Enfin cet auteur a trouvé fréquemment de la fécule panifiée, qu'il distinguait parce que celle-ci était plus grosse, éclatée, et donnait une coloration moins foncée avec la teinture d'iode.

La neige fournit à M. Pouchet un nouveau moyen pour ses observations microscopiques. Les corps qu'il y a rencontrés sont : une énorme quantité de parcelles de fumées noires, parcelles qui proviennent de la combustion du charbon de terre ; des parcelles de couleur bistre qui proviennent de la fumée du bois ; une grande abondance de fécule de blé normale ou spontanément colorée en bleu ; de la fécule panifiée ; une énorme quantité de matière verte (*Protococcus pluvialis* de Küss) ; de la silice, des granules calcaires ; deux infusoires enkystés, deux cadavres d'infusoires altérés, trois navicules, trois bacillaires, deux bactériums ; deux plaques d'épiderme végétal avec les stomates ; quelques grains de pollen, des spores de lycoperdon ; des filaments de laine blancs, jaunes et verts.

Les poussières de l'air ne sont d'aucune utilité pour les êtres vivants ; nous n'oserions pas dire qu'elles servent à diminuer l'intensité des rayons solaires, à favoriser la réflexion de la lumière : la présence de ces poussières n'est en quelque sorte qu'une éventualité, la conséquence de l'agitation de la matière qui couvre notre globe sous l'influence des frottements, des vents, de l'évaporation. Non-seulement leur rôle est nul, mais elles pourraient devenir dangereuses en pénétrant avec l'air dans le poumon, si, comme par une sorte de prévision, n'existaient dans presque toute la longueur des conduits respiratoires, des filaments (cils vibratiles) dont les mouvements sont si bien ordonnés, que toujours ils transportent, en se les passant, pour ainsi dire, de l'un à l'autre, ces corpuscules de l'extérieur vers l'intérieur.

TEMPÉRATURE DE L'AIR.

L'importance qui se rattache à cet élément du milieu est la raison qui nous fait séparer sa description de celle des autres propriétés de l'atmosphère.

La température de l'air est une des conditions les plus indispensables de la vie ; la vie n'est pas plus compréhensible à la surface de notre globe sans chaleur, qu'elle n'est compréhensible sans oxygène, sans aliments, sans eau.

Une plante, quelle qu'elle soit, ne se développe et ne se reproduit qu'à la condition de trouver dans l'air une quantité donnée de chaleur. Il résulte, en effet, des remarquables expériences de M. Boussingault, qu'un grain d'orge, mis en terre à Santa-Fé de Bogota, où la température moyenne est de 14°,7, mit cent vingt-deux jours pour fournir une tige chargée d'un épi mûr ; un grain semblable déposé en Alsace, où la température moyenne est de 19 degrés, mit quatre-vingt-douze jours ; un autre grain, en Égypte, où la température moyenne est de 21 degrés, mit

quatre-vingt-dix jours. Le produit de la température moyenne du lieu par le nombre de jours que l'épi a mis pour se développer, représente la quantité de chaleur reçue par le végétal. Ce produit est, pour Santa-Fé de Bogota, 1793 ; pour l'Alsace, 1748 ; pour l'Égypte, 1890. Or ces chiffres, comme on le voit, diffèrent peu l'un de l'autre; par conséquent, on doit admettre, d'après ces résultats, qu'une plante doit toujours, pour arriver à maturité, recevoir une même quantité de chaleur; et comme les végétaux servent à l'entretien des animaux, on doit conclure que sans une température donnée, il ne peut y avoir de vie.

La température de l'air présente de très-nombreuses variétés, suivant l'instant du jour où on la considère, suivant les saisons, l'altitude, la la latitude, etc. Nous ne pouvons entrer ici dans les nombreux détails que comporte cette question, nous nous contenterons de dire que les différences de température que l'homme a pu supporter sont extrêmement grandes. La température la plus élevée observée à l'ombre a été de 47°,4 à Esné, dans la haute Égypte; la température la plus basse a été de — 56°,7, elle a été constatée par le capitaine Back dans l'Amérique du Nord. A Paris, le maximum de température s'est élevé à 38°,4, le 8 juillet 1793, et le minimum est tombé à — 23°,5, le 26 décembre 1778.

Quelle que soit l'étendue de ces variations, les êtres vivants ne manquent pas de moyens pour lutter contre elles. Ces moyens sont de deux ordres : ce sont, d'une part, les abris que l'homme et les animaux savent se procurer par leur intelligence ou leur instinct; nous ne nous occuperons pas de ceux-là. C'est, d'autre part, la chaleur propre qu'ils produisent, ou l'évaporation qui se fait à la surface de leur corps.

Ils sont, en effet, une source de chaleur constante; les phénomènes chimiques dont ils sont le siége leur fournissent une certaine quantité de çalorique qui est toujours supérieure à celle du milieu ambiant, c'est par cet excès de calorique qu'ils résistent au froid; et ils résistent au chaud en perdant par le fait même de la température extérieure une certaine quantité de liquide qui, s'échappant de la surface du corps par évaporation, est une cause de refroidissement.

Toutefois il est nécessaire de faire une distinction : les mammifères et les oiseaux produisent une quantité de chaleur considérable, et conservent toujours la même température, quelle que soit la température du milieu ambiant; les reptiles, les poissons, les insectes, les crustacés, les mollusques, possèdent une température moins élevée, toujours supérieure, cependant, à celle du milieu, ne serait-ce que de 0°,1, mais susceptible de varier considérablement suivant les élévations et les abaissements de température extérieure. De là la dénomination d'animaux à température constante donnée aux premiers, la dénomination d'animaux à température variable donnée aux seconds.

L'influence de la température se fait sentir : 1° sur la peau; 2° sur l'organisme entier.

1° Elle affecte d'abord la sensibilité de la peau; sorte de sentinelle placée à la périphérie du corps, cette sensibilité nous renseigne sur l'intensité des agents qui viennent frapper la surface extérieure de l'organisme. C'est elle, par conséquent, qui nous avertit de la nécessité qu'il y a pour nous d'augmenter l'épaisseur de nos vêtements, de nous rapprocher des foyers artificiels quand la température est basse; c'est elle qui nous pousse à rechercher l'ombre, à éviter tout foyer de chaleur quand la température est élevée.

La chaleur extérieure n'agit pas seulement sur les nerfs de la peau, elle agit encore sur les vaisseaux capillaires répandus dans le derme, les fait contracter ou dilater, suivant que la température extérieure est basse ou élevée. Or, les glandes sudoripares de la peau sont tributaires de ces vaisseaux, la quantité de liquide qu'elles sécrètent est toujours proportionnelle à la quantité de sang qui les traverse. Quand la température est basse, les vaisseaux capillaires contractés, il arrive à ces glandes une quantité très-faible de sang, par rapport à celle qui y arrive quand la température est élevée, alors que les vaisseaux sont dilatés; de là une moins grande abondance de sueurs dans le premier cas que dans le second, de là une évaporation, un refroidissement moindre : le froid, par conséquent, atténue par son action sur le système capillaire périphérique la cause de refroidissement due à l'évaporation; le chaud, au contraire, l'exalte, l'un et l'autre agissant à la surface de la peau, de façon à mitiger par les effets qu'ils produisent leur propre influence.

2° L'action de la température sur l'organisme entier varie, suivant que l'on considère les animaux à température variable et les animaux à température constante. Chez les animaux à température variable, l'activité vitale est à son maximum lorsque la température est modérée. En effet, c'est seulement au printemps et au commencement de l'été, que les grenouilles, en particulier, sont vivaces, manifestent le plus de sensibilité, le plus de motricité. Quand, au contraire, la température est basse, les grenouilles s'engourdissent, restent inactives. C'est que, chez la grenouille, comme chez tous les animaux à température variable, une température moyenne est à la surface du corps un excitant qui a pour résultat d'augmenter l'énergie des actes respiratoires et nutritifs.

C'est à W. Edwards que l'on doit de savoir que la différence d'activité que présentent les batraciens dans les diverses saisons ne tient pas à la température de l'air qu'ils introduisent par la voie des poumons ou par l'absorption cutanée, mais tient aux changements opérés dans leur activité vitale par l'action de la température. Des grenouilles placées dans de l'eau à 0 degré ont vécu, en juillet, six à huit heures, tandis que d'autres grenouilles placées dans les mêmes conditions ont vécu, en décembre, vingt-quatre à soixante heures. Ces résultats ne peuvent évidemment s'expliquer qu'en admettant que la température de la saison estivale ou bivernale imprime aux grenouilles une activité nutritive variable, nécessitant pour les grenouilles observées en juillet la péné-

tration dans l'économie d'une plus grande quantité d'oxygène que pour celles qui ont été observées en décembre.

Quand la température, au lieu d'être modérée, est élevée, les phénomènes changent : les grenouilles sont peu vivaces, elles ne se meuvent qu'avec lenteur et péniblement ; de plus, les phénomènes respiratoires et nutritifs sont ralentis, comme l'indique dans les expériences nombreuses faites à ce sujet, la diminution de la quantité d'acide carbonique exhalée par le poumon. (Voy. RESPIRATION.)

Chez les animaux à température constante, l'activité vitale est grande surtout quand la température extérieure est peu élevée ou froide : l'homme, en particulier, est plus alerte, plus vif, l'hiver que l'été ; les peuples qui vivent sous les tropiques sont moins actifs que les peuples des pays tempérés ou des pays froids. La quantité d'oxygène absorbée, la quantité d'acide carbonique rendue s'accordent avec ces faits, car chez l'homme et chez les animaux elles sont plus considérables à une faible température qu'à une température modérée ou élevée. La température moyenne ou froide paraît donc agir autrement chez les animaux à température constante que chez les animaux à température variable ; elle augmente, au lieu de les diminuer, l'intensité des phénomènes respiratoires et nutritifs, et, consécutivement, l'énergie musculaire et nerveuse.

Cependant il est à remarquer que, quand le froid devient très-considérable, l'activité vitale, au lieu d'être excitée, est déprimée ; il produit alors l'engourdissement, l'assoupissement, dont doivent se méfier les voyageurs qui, dans leurs pérégrinations, s'exposent à des températures basses. Qui s'assied, s'endort; qui s'endort, meurt, disait Solander à ses compagnons de voyage sur les rivages glacés de la Terre de Feu.

Si, chez les animaux supérieurs, et chez l'homme, en particulier, une température froide augmente les phénomènes nutritifs, et par cela même les phénomènes chimiques ; si une température chaude les diminue, la proportion de chaleur fournie par l'organisme est par conséquent en sens inverse de la température extérieure. C'est ainsi que les phénomènes chimiques qui se passent dans nos tissus concordent avec les phénomènes physiques qui se passent à la surface du corps pour maintenir la température du corps dans un certain équilibre : quand la température est élevée, l'évaporation est considérable et tend à produire du froid, les actes chimiques ont moins d'activité et tendent à produire moins de chaleur ; quand la température est basse, l'évaporation est faible et ne produit qu'un faible refroidissement, les phénomènes chimiques ont plus d'activité et tendent à produire plus de chaleur.

Comment expliquer l'influence de la température sur les variations dans l'activité organique? De deux manières : 1° La température extérieure doit être considérée comme un agent dont l'impression, se faisant sentir sur la peau, retentit consécutivement par l'intermédiaire du système nerveux sur tous les nerfs vaso-moteurs de l'économie, et place ainsi les

vaisseaux capillaires dans des conditions qui leur permettent d'apporter plus ou moins de matériaux nutritifs aux tissus. 2° La température froide, faisant contracter les vaisseaux capillaires de la peau, favorise dans les parties internes l'abord d'une plus grande quantité de sang, la nutrition doit par cela même être plus active ; la température élevée dilatant, au contraire, les vaisseaux capillaires de la peau, appelle au détriment des organes profonds une plus grande quantité de sang à la surface, de là une nutrition moins active dans les parties profondes.

L'action excitante de la température qui, dans les conditions habituelles, concourt à harmoniser les phénomènes chimiques de l'organisme avec les conditions du milieu, est cependant une des sources les plus ordinaires de maladies. Consécutivement aux impressions qu'elle produit à la périphérie du corps, et dans certaines conditions qui se rapportent à des prédispositions individuelles, les vaisseaux capillaires d'un tissu, d'un organe, d'un système, peuvent, en se dilatant, dépasser la limite physiologique et prendre le caractère de l'état morbide qui constitue le premier degré de l'inflammation. Ainsi s'expliquent les pleurésies, les angines, les pneumonies, les rhumatismes, et tant d'autres inflammations qui doivent leur apparition à l'action du froid ou du chaud, action qui se fait surtout sentir quand on passe brusquement d'une température à une autre. Ce n'est pas quand la température est uniformément froide ou chaude que ces inflammations sont surtout à redouter, c'est quand le sujet passe sans transition d'une température basse à une température élevée ou inversement ; c'est dans ces cas surtout que la réaction qui s'opère dans les vaisseaux capillaires des parties profondes dépasse la limite de l'état physiologique et constitue la maladie.

EAU.

L'eau, dans la nature, ne se trouve peut-être jamais à l'état de protoxyde d'hydrogène pur, toujours elle tient en dissolution des matières gazeuses ou solides. La présence de principes organiques peut faire de l'eau un véritable aliment, chez les animaux inférieurs du moins; mais ce n'est pas sous ce point de vue que nous l'envisagerons ici, nous ne parlerons que de l'influence qu'elle exerce chez les êtres vivants par sa liquidité.

La peau et le tube digestif sont les deux grandes voies d'absorption de l'eau. De là elle passe dans le sang, puis est emportée avec celui-ci dans toute l'économie, traverse ensuite les parois des capillaires, et arrive jusque dans les tissus, où elle concourt à donner à ceux-ci l'état solide ou demi-solide qu'ils possèdent.

L'eau, en pénétrant dans les tissus, ne le fait pas à la façon de l'eau qui pénètre dans les alvéoles d'une éponge, elle entre en combinaison avec les principes immédiats molécule à molécule; elle n'est pas dans les interstices des éléments anatomiques, elle est dans leur épaisseur même,

en augmente le volume et fait partie intégrante de leur constitution. Mais l'eau n'entre dans la composition des humeurs, des tissus, que pendant un certain temps, incessamment elle s'échappe de l'organisme par les urines, la sueur, les selles, l'exhalation pulmonaire.

L'eau est d'une nécessité absolue pour l'entretien des êtres vivants. La vie, en effet, n'existe que dans les corps organisés, dont les principes élémentaires contractent avec ce liquide cette union intime dont nous venons de parler. Toutefois la dessiccation peut, chez les animaux placés au bas de l'échelle, ne faire que suspendre l'activité vitale, qui réapparaît après que de l'eau leur a été restituée. Leuwenhoeck, à la fin du XVII^e^ siècle, fit voir, le premier, que les rotifères, animalcules que l'on trouve surtout dans la mousse des toits, pouvaient, après avoir été desséchés, recouvrer la faculté de vivre quand on les mettait en contact avec de l'eau; plus tard, Spallanzani a montré que ces animalcules pouvaient reprendre vie après un certain nombre d'années écoulées depuis leur dessiccation, eussent-ils été exposés pendant ce temps aux froids les plus rigoureux et aux rayons solaires les plus ardents. Les mêmes phénomènes de reviviscence ont été observés par Eichhorn, MM. Coste, Doyère, chez les tardigrades, animalcules que l'on rencontre dans la poussière des toits; ils ont aussi été constatés chez les vibrions du blé niellé par Needham, Genanni, Baker, Spallanzani. Baker a même vu, après vingt-sept ans de dessiccation, les anguillules du blé niellé revenir à la vie.

Selon quelques auteurs, la congélation pourrait de même que la dessiccation suspendre momentanément la vie chez certains animaux, et celle-ci pourrait réapparaître quand on les aurait dégelés. John Davy aurait constaté le fait sur des sangsues, Moquin-Tandon sur des mollusques, le capitaine Roos sur des chenilles, Virey sur des anguilles, M. Garnier sur des limnées, Host (de Vienne) sur des cyprins dorés, Isid. Geoffroy Saint-Hilaire et M. Gaymard sur des crapauds. John Hunter, sous l'impression, sans doute, de faits semblables relatés par les auteurs, avait été jusqu'à penser qu'il serait possible de prolonger la vie indéfiniment en plaçant un homme dans un climat très-froid : « Je m'appuyais, dit-il, sur cette considération, que toute action, et par conséquent toute déperdition de substance seraient suspendues jusqu'à ce que le corps fût dégelé. Je pensais même que, si un homme voulait consacrer les dix dernières années de sa vie à cette espèce d'alternative de repos et d'action, il pourrait prolonger sa vie jusqu'à un millier d'années, et qu'en se faisant dégeler tous les cent ans, il pourrait connaître ce qui aurait été fait pendant son état de congélation. Comme les faiseurs de projet, ajoute John Hunter, je m'attendais à faire fortune avec celui-là, mais une expérience me désillusionna complétement. » Cette expérience était la suivante : ayant mis des carpes dans un mélange réfrigérant, il ne put les faire revenir à la vie, après qu'elles avaient été complétement congelées.

Les recherches récentes de M. Pouchet ont fait voir l'exagération dont était entachée cette question. Par de nombreuses expériences faites

sur des animaux de toute espèce, il a prouvé que toutes les fois qu'un organe est absolument congelé, la vie de cet organe est complétement anéantie, et qu'à plus forte raison, dès qu'un animal a subi la congélation totale, il peut être considéré comme mort. Les animaux qui ressuscitent sont ceux qui ont été incomplétement congelés. La mort, dans les cas de congélation générale, est due, selon cet auteur, moins à la privation d'eau qu'à l'altération des globules du sang, altération qui consiste dans leur désagrégation. M. Pouchet croit même que si, par un moyen particulier, on pouvait obvier à l'altération des globules devenus dès lors impropres à l'entretien de la vie, la réviviscence serait assurée.

Le rôle que joue l'eau dans l'organisme est multiple : 1° elle est la condition indispensable de la circulation des fluides contenus dans les conduits circulatoires et glandulaires; 2° elle favorise les actes digestifs en ramollissant les substances solides qui doivent être attaquées dans l'estomac et l'intestin par les sucs qui y sont déversés; 3° elle tient en dissolution les principes placés hors des vaisseaux, ceux qui doivent être assimilés et ceux qui ont été désassimilés; 4° en diminuant la cohésion des principes immédiats des tissus, elle concourt à assurer leur instabilité, et favorise par conséquent, d'une façon toute spéciale, le travail de décomposition nutritive; 5° elle est indispensable à la conservation de certaines propriétés des tissus, de leur transparence pour quelques-uns (tissu de la cornée, tissu du cristallin), de leur flexibilité, de leur élasticité, de leur extensibilité pour presque tous.

L'importance de l'eau pour l'accomplissement des actes organiques nous fait comprendre pourquoi une sensation toute spéciale se rattache à son introduction dans les organismes. La sensation de la soif est en quelque sorte le cri de l'économie qui réclame l'eau qui lui est nécessaire, et cette sensation, croissant avec le besoin, peut acquérir un degré d'acuité tel, qu'il est rare de voir des hommes qui veulent se soustraire à la vie par l'abstinence de matières solides et liquides, résister d'une façon absolue à l'ingestion de l'eau.

Principe indispensable à l'existence des êtres vivants, l'eau peut cependant être la cause d'une série de troubles variés, ou de maladies plus ou moins graves. L'eau peut être nuisible par sa qualité, sa température, sa quantité.

Elle peut être nuisible par sa qualité : 1° quand elle contient une certaine quantité de sels, quand, par exemple, elle est surchargée de sulfate de chaux; 2° quand elle manque d'une certaine quantité d'oxygène, comme cela se voit souvent pour l'eau de pluie, l'eau de neige, l'eau qui est restée longtemps en contact avec des substances avides d'oxygène, telles que le fer, le soufre, etc.; 3° quand elle tient en dissolution des matières organiques en voie de décomposition; 4° quand elle tient en dissolution des substances qui jouissent pour les tissus de propriétés irritantes ou toxiques.

Dans les deux premiers cas, les troubles apportés dans l'économie

sont des troubles digestifs, consistant en nausées, vomissements, coliques, diarrhées. Dans le troisième cas, c'est-à-dire quand l'eau contient des matières organiques décomposées, elle peut produire les mêmes accidents, mais de plus elle peut devenir l'origine d'affections graves, tout comme si, tenues en dissolution dans la vapeur d'eau de l'atmosphère, ces matières avaient pénétré dans l'organisme par la voie respiratoire : ainsi les fièvres intermittentes, le choléra, la dysenterie, le typhus, reconnaissent souvent cette origine. Enfin, dans le quatrième cas, quand des substances irritantes ou toxiques passent avec l'eau en certaine quantité dans le torrent circulatoire, celles-ci peuvent troubler l'économie de mille façons différentes, et qui ne se prêtent point à la généralisation.

2° L'eau nuit par sa température; froide elle peut hâter la mort par congélation des individus exposés à de basses températures, provoquer l'indigestion, des coliques, de la diarrhée, de l'entérite, de la dysenterie; provoquer l'apparition de phlegmasies viscérales, pneumonie, pleurésie; amener la mort subite par arrêt du cœur ou syncope, etc. Chaude, elle frappe d'atonie les organes digestifs, provoque des nausées, des vomissements, la diarrhée, augmente le calibre des vaisseaux et suscite la sudation, ramollit les tissus, déprime l'activité organique musculaire et nerveuse.

3° L'eau nuit par sa quantité : en excès, elle dilue le suc gastrique, diminue son activité, devient ainsi une cause de troubles gastriques ou intestinaux. Pénétrant dans le sang en abondance, elle produit la pléthore aqueuse, prédispose aux ruptures vasculaires, aux apoplexies cérébrales ou pulmonaires ; favorise l'issue au dehors, par la voie rénale, de principes que l'économie devrait utiliser, et amène ainsi l'albuminurie et ses suites, l'anasarque, l'ascite.

ALIMENTS.

Les principes solides qui entrent dans la constitution des corps vivants proviennent tous de l'extérieur, l'organisme ne crée rien par lui-même, il ne fait que recevoir et transformer. Une des conditions de la vie qui domine peut-être encore toutes les autres par son importance, c'est donc que les êtres vivants trouvent dans le milieu qui les entoure des substances solides qu'ils puissent mettre à profit pour leur entretien et leur développement. Le mot aliment est le terme générique qui sert à désigner toutes les matières, quelles qu'elles soient, qui servent habituellement ou sont susceptibles de servir à la nutrition. Pris cependant dans un sens moins large, on a réservé le mot d'aliment aux substances solides ou tenues en dissolution dans un liquide, et qui, introduites dans les voies digestives, servent à réparer les principes immédiats qui s'échappent incessamment des tissus par le travail de dénutrition. On sépare ainsi des aliments l'oxygène et l'eau.

Les aliments, quelle que soit leur provenance, ne passent jamais à travers l'organisme comme à travers un filtre, c'est-à-dire sans subir de modifications; si l'on en excepte certains principes salins, tels que le chlorure de sodium, les matériaux expulsés de l'organisme par les émonctoires naturels, la peau, les reins, les poumons, se présentent avec une composition essentiellement différente de celle qu'ils avaient quand ils y sont entrés. On peut donc affirmer, d'après l'analyse seule des produits excrétés, que l'organisme est un modificateur puissant des substances qui le pénètrent et le parcourent. Et, en effet, les principes immédiats quaternaires subissent dans l'intérieur des voies digestives des transformations qui, d'une part, permettent leur absorption, d'autre part, les rendent propres à l'assimilation. Ils subissent de plus d'autres modifications au contact du sang, et au contact des tissus auxquels ils sont destinés. Ainsi la fibrine, l'albumine, la caséine, qui, dans le tube intestinal, se sont converties en albumino-peptone, fibro-peptone, caséo-peptone, se changent dans le sang en un principe unique, l'albumine. Et c'est cette albumine qui, passant du sang aux tissus, se transforme en principes particuliers, suivant la nature des tissus, en musculine dans le muscle, en osséine dans l'os, en chondrine dans le cartilage, en élasticine dans le tissu élastique, etc. Enfin, ces principes azotés, par suite du travail de décomposition nutritive, se convertissent en créatine, créatinine, urée, acide urique, acide carbonique, etc., et s'échappent, sous ces diverses formes, par les grandes voies d'excrétion.

Par le fait de décompositions de même ordre que celles que subissent les principes quaternaires, la fécule, l'amidon, la dextrine, principes ternaires les plus répandus dans les aliments, se transforment dans le tube digestif en glycose, dans le sang et dans les tissus en acide lactique, et en d'autres principes de plus en plus simples dont le terme extrême est l'acide carbonique.

Les graisses, autres principes ternaires non moins importants que la fécule et ses dérivés, sont réduites dans le tube digestif en particules extrêmement fines qui facilitent leur absorption, après quoi elles passent dans le sang où elles peuvent être détruites directement, ne laissant comme résidu que de l'acide carbonique et de l'eau, ou bien elles parviennent préalablement aux cellules adipeuses avant leur destruction.

Par conséquent, les principes immédiats qui pénètrent la substance des corps organisés subissent une série de métamorphoses des plus importantes, sans lesquelles ils ne pourraient traverser les membranes, sans lesquelles la rénovation incessante, la naissance, le développement des éléments anatomiques, ne pourraient se réaliser, sans lesquelles la matière vivante ne pourrait entretenir ses propriétés remarquables de contractilité et d'innervation. Enfin, c'est grâce à ces métamorphoses que l'animal possède une chaleur propre, qui lui permet de lutter efficacement contre les variations de température du milieu extérieur.

Rien d'étonnant, par conséquent, qu'il se rattache à l'introduction

dans l'économie, comme pour l'oxygène, comme pour l'eau, une sensation spéciale, sensation qui avertit l'homme et les animaux de la nécessité qu'il y a pour eux de réparer les pertes solides qu'ils font incessamment.

Si la pénétration dans les organismes de substances alimentaires est une condition de vie des plus importantes, elle est aussi une cause fréquente de perturbations organiques, de maladies.

Les aliments peuvent être nuisibles par leur quantité, leur qualité, leur mélange avec des substances étrangères :

1° Introduits en quantité trop considérable, ils provoquent des indigestions, des coliques, de la diarrhée, des entérites ; ils surchargent de liquide le système vasculaire, et prédisposent aux hémorrhagies viscérales; les principes qui en dérivent subissent souvent dans l'économie des mutations incomplètes qui favorisent leur précipitation dans les liquides excrétés, et donnent naissance à des calculs; enfin une surabondance d'aliments augmente l'activité des organes, et provoque ainsi l'apparition d'affections inflammatoires ou autres.

Introduits en quantité trop peu considérable, les aliments sont une cause de débilitation, de faiblesse, d'anémie, de chlorose, de phthisie, de scrofules.

2° Ils sont nuisibles par leurs qualités, quand, au lieu d'être sains, ils sont décomposés, et alors ils provoquent l'apparition de maladies pestilentielles, le typhus, la dysenterie, le choléra, la fièvre typhoïde.

3° Enfin, ils sont nuisibles par leur mélange avec des substances étrangères, ces dernières pouvant perturber les fonctions de mille façons différentes, suivant leur nature.

Il est facile de voir, d'après tout ce que nous venons de dire, que le milieu est une condition indispensable de la vie ; qu'en l'absence de lumière, de pression, d'humidité atmosphérique, de chaleur, d'oxygène, d'aliments, la vie n'est pas réalisable.

Il est facile aussi de voir que tout en réalisant un seul et même but chez les êtres organisés, l'entretien de la vie, ces agents du dehors interviennent de deux façons différentes. Les uns n'atteignent que la périphérie de l'organisme, soit pour régulariser des actes physiques, soit pour susciter l'énergie vitale des fonctions en affectant les éléments sensoriels placés à la surface du corps. Les autres pénètrent les êtres vivants, arrivent dans leur profondeur, les parcourent, s'y arrêtent momentanément, concourent à la rénovation des tissus, des organes, et après avoir fait partie intégrante de ceux-ci pendant un laps de temps limité, s'en échappent pour rentrer dans le milieu auquel ils avaient été empruntés.

On peut reconnaître, enfin, que ces agents, condition de toute activité vitale, sont aussi la condition des perturbations organiques qui constituent la maladie et entraînent souvent avec elle la mort prématurée. A de très-rares exceptions près, auxquelles se rapportent les altérations séniles des

artères, l'hypertrophie de la prostate, la maladie ne dérive jamais immédiatement de l'organisation, elle a son point de départ dans les influences du milieu, surtout dans les variations qu'il présente incessamment. Les changements de température, de pression, d'humidité; les variations dans la composition des principes organiques disséminés dans l'atmosphère; les variations dans la quantité et la qualité des aliments et des boissons introduits dans le tube digestif, telles sont les causes réelles des maladies qui frappent l'humanité. Or, ces variations sont incessantes; l'homme, par conséquent, sans cesse en contact avec un milieu instable, sans cesse lutte pour s'harmoniser avec lui. Mais, quoiqu'il ait l'intelligence, la raison, l'expérience, qui lui suggèrent des armes efficaces pour triompher dans cette lutte; quoiqu'il possède une sensibilité exquise répartie à la surface du corps, qui l'avertit des changements qui s'opèrent dans les qualités physiques du milieu et des dangers que ces changements entraînent avec eux; quoiqu'il possède une autre sensibilité, la satiété, qui l'avertit qu'il a reçu du milieu la quantité nécessaire de substances solides ou liquides pour son entretien, l'homme trop souvent brave ou néglige ces avertissements, et s'expose ainsi à devenir la victime de ces agents du dehors, toujours aussi prêts à nous détruire qu'à nous conserver.

Index bibliographique (Milieu). — MOLESCHOTT, *Vie et lumière, Cours de physiologie*, in *Revue des cours scientifiques*, 2e année. — W. EDWARDS, *Influence des agents physiques sur la vie*. — J. BÉCLARD, *Influence de la lumière sur les animaux* (*Comptes rendus de l'Académie des sciences*, année 1858). — BIDDER et SCHMIDT, *Die Ferdauung Seuefte und der Stoffwechsel*.— HALLE et NYSTEN, article AIR, du *Dictionnaire des sciences médicales*. — JOURDANET, *l'Air raréfié*. Paris, 1862. — IDEM, *Aérothérapie*. Paris, 1863. — PRAVAZ, *Sur l'emploi des bains d'air comprimé*. Paris, 1840. — IDEM, *Essai sur l'emploi médicinal de l'air comprimé*. Lyon, 1850. — TH. DE SAUSSURE, *Voyage dans les Alpes*, 1796.— BOUSSINGAULT, *Ascension du Chimborazo*, exécutée le 16 décembre 1831 (*Annales de chimie*, 1835, t. LVIII). — GAVARRET, *Dictionnaire encyclopédique des sciences médicales*, article ATMOSPHÈRE. — BOUSSINGAULT et LÉWY, *Observations simultanées faites à Paris et à Antilly, près de Montmorency, pour rechercher la proportion d'acide carbonique contenue dans l'air atmosphérique* (*Annales de chimie et de physique*, 1844, t. X). — LÉWY, *Recherches sur la composition du gaz que l'eau de mer tient en dissolution dans les différents moments de la journée* (*Annales de chimie et de physique*, 1846, t. XVII).— IDEM, *Recherches sur la composition de l'atmosphère* (*ibid.*, 1852, t. XXXIV). — STAS, *Nouvelles analyses de l'air* (*Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences*, 1842, t. XIV.) — DOYÈRE, *Recherches sur la véritable constitution de l'air atmosphérique* (*Comptes rendus de l'Acad. des sciences*, 1848, t. XXVI). — MORREN, *Recherches sur l'influence qu'exercent la lumière et la substance organique de couleur verte, souvent contenue dans l'eau stagnante, sur la quantité de gaz que celle-ci peut contenir* (*Annales de chimie et de physique*, 3e série, 1841, t. I).— MOYLE, *Analyses de l'atmosphère dans quelques mines du duché de Cornouailles* (*Annales de chimie et de physique*, 3e série, 1841, t. III). — FÉLIX LEBLANC, *Recherches sur la composition de l'air*. (*Annales de chimie et de physique*, 1845, t. XV). — DUMAS et BOUSSINGAULT, *Recherches sur la véritable constitution de l'air atmosphérique* (*Annales de chimie et de physique*, 3e série, 1841, t. III). — HÉRISSAN in BUCKLAND, *Bibliothèque universelle*, t. II. — CL. BERNARD, *Leçons sur les propriétés des tissus vivants*, 1866, p. 49. — DEMARQUAY, *Essai de pneumatologie médicale, etc.* Paris, 1866. — SCHŒNBEIN, *Sur la nature de l'ozone* (*Annales de chimie et de physique*, t. LXV et LXVII). — IDEM, *Sur l'ozone* (*Journal für prakt. Chemie*, t. LXI). — FREMY et EDM. BECQUEREL, *Annales de chimie et de physique*, 3e série, t. XXXV, 1859. — ANDREWS, *De l'ozone* (*Annales de chimie et de physique*, 3e série, 1859, t. XLVII). — CHATIN, *Journal de pharmacie et de chimie*, 3e série,

t. XVIII. — IDEM, *De la présence de l'iode dans l'air* (*Gazette des hôpitaux*, 1852). — VAN ANKUM, *Journal für praktische Chemie*, t. LXIII.— NADLER, cité par MOLESCHOTT, *De la circulation de la vie*, t. I, p. 146. — DANIELL, *Du dégagement spontané de l'oxygène sulfuré dans les eaux de la côte occidentale d'Afrique et d'autres localités* (*Annales de chimie et de physique*, 3e série, 1841, t. III). — P. SAVI, *Considérations sur l'insalubrité de l'air dans les maremmes* (*Annales de chimie et de physique*, 3e série, 1841, t. III). — FERD. PAPILLON, *Recherches analytiques sur les humeurs de provenance cholérique* (*Journal de l'anatomie et de la physiologie normales et comparées*, 3e année, 1866). — POUCHET, *Études microscop. de l'air* (*Gazette hebdomadaire*, 1860). — PASTEUR, *Expériences relatives aux générations dites spontanées* (*Comptes rendus de l'Académie des sciences*, 1860, et *Annales des sciences naturelles*, 4e série, 1861).— LEEUWENHOECK (A.), *Letter concerning Worms observed in Sheeps Livers and Pasture grounds* (*Philos. Trans.*, 1704, t. XXIV). — IDEM, *Arcana naturæ*, t. II, epist. 149, — SPALLANZANI, *Opuscules de physique*, 1777, t. II. — NEEDHAM, *New microscopical Discoveries*. — GENANNI, *Delle malattie del grano in erbe*. — BAKER, *Employment for the Microscope*. — DAVAINE, *Recherches sur l'Anguillule du blé niellé* (*Mém. de la Soc. de biologie*, 2e sér., t. III). — M. F. A. POUCHET, *Recherches expérimentales sur la congélation des animaux* (*Journal de l'anatomie et de la physiologie normales et pathologiques de l'homme et des animaux*, 3e année). — J. DAVY, *Researches physiological and anatomical*, t. II.— MOQUIN-TANDON, *Histoire naturelle des Mollusques terrestres et fluviatiles*. Paris, 1855. — VIREY, *Dictionnaire des sciences médicales*. Paris, 1816, t. XVII. — GARNIER, cité par MOQUIN-TANDON, in *loc. cit.* — HOST (de Vienne), cité par BORY DE SAINT-VINCENT, *Dictionnaire classique d'histoire naturelle*, t. V. — I. GEOFFROY SAINT-HILAIRE, *Comptes rendus de l'Académie des sciences*. — J. HUNTER, *Œuvres*. Paris, 1843, t. I, p. 328.

ACCLIMATEMENT.

Nous venons de voir que l'homme, habitant un point donné du globe, est constamment en lutte pour s'harmoniser avec les variations du milieu au sein duquel il vit. Si maintenant nous le supposons transporté sur une terre lointaine, dans un milieu dont la constitution est nécessairement différente de celui qu'il a abandonné, il est facile de prévoir que ce ne sera pas sans de grandes difficultés qu'il parviendra à équilibrer son organisme avec les influences climatériques nouvelles qui agiront sur lui. Il devra compter alors avec toutes les propriétés de ce milieu, avec la température, ses variations brusques ou lentes, avec la nature des vents, l'exposition, la nature du sol, son élévation au-dessus du niveau de la mer, ses sinuosités, son mode de culture, la disposition des eaux par rapport au continent, la nature des végétaux et des animaux qui serviront à son alimentation, la nature des matières organiques disséminées dans l'atmosphère, les influences hygrométriques, ozonométriques, enfin avec les mœurs et les coutumes des indigènes. Ces influences multiples et complexes se rencontrent également sur tous les points de la terre ; elles agiront fatalement sur quiconque s'y soumettra pour la première fois, et pour s'accommoder à ce nouveau milieu, c'est-à-dire pour réaliser les conditions organiques de l'indigène, l'émigré subira nécessairement, non sans danger pour sa vie, une série de modifications d'autant plus grandes, que le milieu dans lequel il se sera transporté sera différent de celui dans lequel il vivait antérieurement.

C'est à l'ensemble des modifications que subit l'organisme pour s'a-

dapter à un nouveau climat que quelques auteurs ont donné le nom d'*acclimatement*. Cependant d'autres auteurs ont compris plus justement sous ce nom non-seulement l'ensemble des phases que doit traverser l'émigré pour s'harmoniser avec les conditions du milieu, mais encore cette adaptation acquise, qui lui permet de vivre dans sa nouvelle patrie aussi longtemps qu'il aurait vécu dans la sienne propre, et de pouvoir multiplier sa race avec la même facilité.

Aujourd'hui plus que jamais la question de l'acclimatement a un intérêt immense; nous vivons à une époque où toutes les nations tendent à être représentées dans les diverses parties du monde. Grâce à la vapeur, il n'y a pas de distance que l'homme ne puisse traverser dans un temps toujours relativement assez court; chaque jour des milliers d'Européens abandonnent leur mère patrie pour aller demander à une autre les bénéfices de son climat, de son industrie, de ses richesses. L'Asiatique, l'Africain, l'Américain, ne sont pas moins que l'Européen saisis de cette sorte de fièvre d'émigration. De cette facilité dans les rapports de nation à nation, les intérêts politiques s'entrechoquent, et la guerre trop souvent entraîne loin de leur pays la plus belle partie des populations. Est-ce impunément que ces déplacements peuvent s'effectuer? La terre peut-elle être considérée comme une patrie commune, capable de répartir ses avantages sur un point quelconque à tous les peuples indistinctement? En d'autres termes, l'acclimatement est-il toujours réalisable?

Pour arriver à la solution de cette question, nous étudierons successivement les effets que peuvent produire sur l'homme qui cherche à s'acclimater les éléments les plus puissants et les mieux connus de la climatologie, l'altitude, la température, les miasmes; après quoi nous passerons en revue l'influence du sexe, de l'âge, de l'état de santé, de la race.

ALTITUDE. — Nous avons déjà étudié les effets de l'altitude sur les individus qui gagnent les régions élevées dans un temps rapide, et nous avons constaté une série de perturbations qui, de prime abord, paraissent inconciliables avec la vie, si elles se prolongeaient pendant quelque temps. Mais ces perturbations finissent par disparaître chez les sujets soumis depuis un certain temps à la diminution de la pression atmosphérique. Des populations entières ont établi leurs demeures à des hauteurs immenses. Ainsi, dans l'Amérique méridionale, il existe des villages à 4166 mètres au-dessus du niveau de la mer; dans les Cordillères, à 4181 mètres. De Humboldt a vécu longtemps à la ferme d'Antisana, placée à 4101 mètres. L'armée française, dans notre dernière expédition du Mexique, a pu supporter facilement, à Orizaba, les effets de l'altitude, malgré une élévation de 1215 mètres. « Après le passage des Coimbres, dit M. L. Coindet, quand ils dépassèrent le niveau de 2000 mètres, les soldats commencèrent à éprouver des troubles particuliers analogues à ceux que l'on a signalés sur le sommet des hautes montagnes et dans les ascensions aérostatiques. Ces phénomènes se dissipèrent rapidement; la

constitution des soldats s'est mise peu à peu en harmonie avec le milieu, et aujourd'hui, après un mois de séjour, elle s'est transformée de façon qu'elle s'approche de celle de l'indigène. »

Quand une population, une armée, abandonnent un pays de plaine pour s'installer sur une montagne, ce n'est donc pas la diminution de pression atmosphérique qui doit préoccuper. Ce à quoi il faut avoir égard surtout, c'est aux variations de température, à la nature, à la direction des vents, qui par eux-mêmes n'empêchent pas l'acclimatement.

Par quel moyen l'organisme s'équilibre-t-il avec la diminution de pression atmosphérique ? Les agents équilibrateurs sont les vaisseaux capillaires des parties extérieures, de la peau, des membranes muqueuses, buccales, pharyngiennes, pulmonaires. Ces vaisseaux, qui se laissent distendre facilement quand la pression diminue rapidement, reprennent peu à peu leur contractilité quand cette diminution de pression est devenue habituelle ; le sang, dès lors, n'affluant plus dans les parties superficielles du corps, l'ordre est bientôt rétabli.

TEMPÉRATURE. — Nous étudierons successivement les effets des températures élevées et des températures froides. Le propre d'une température élevée est : 1° d'exalter les fonctions de la peau en favorisant la dilatation des vaisseaux capillaires, par conséquent l'afflux du sang dans leur intérieur ; 2° de diminuer l'activité nutritive des parties centrales par le fait de la diminution dans les organes internes de la quantité de sang qui les traverse. Ainsi, tandis que les phénomènes organiques sont activés à la périphérie, ces mêmes phénomènes sont ralentis dans les organes centraux, à l'exception cependant du foie, dont les fonctions paraissent exagérées pour ce qui concerne la sécrétion biliaire.

Le ralentissement des phénomènes nutritifs dans la plus grande partie de l'organisme entraîne avec lui la perte ou la diminution de l'appétit ; de sorte que, le besoin des réparations nutritives se faisant peu sentir, l'individu qui habite les pays chauds n'ingère, s'il n'obéit qu'à l'appel de la faim, qu'une faible quantité d'aliments. La soif, au contraire, est vive, en raison de la quantité considérable de sueur sécrétée. De ces deux causes réunies résulte un appauvrissement du sang, caractérisé par la diminution des globules, l'augmentation de l'eau ; appauvrissement qui se traduit à l'extérieur par une décoloration générale de la peau. Cette anémie est constante chez l'indigène ; ce n'est pas pour lui une maladie, elle constitue en quelque sorte son tempérament. C'est à cette anémie que l'individu qui viendra séjourner dans les pays chauds devra arriver pour qu'il puisse se dire acclimaté, et seulement alors il pourra résister avec des chances égales à celles de l'indigène aux influences solaires qui l'entourent. Mais, pour obtenir ce résultat, l'émigré passera par une série de phases d'activité nutritive décroissante, qui l'exposeront pendant tout ce temps à des perturbations fonctionnelles, à la moindre cause. Le travail exagéré, les excès vénériens, une nourriture trop excitante, l'abus des liqueurs alcooliques, seront pour lui tout autant d'ennemis qui pourront amener

la gastrite, la gastro-entérite, la colite, la dysenterie, l'hépatite, affections qui, dans les pays chauds, sont souvent suivies de mort. Pour s'en garer, il devra observer les plus grandes précautions hygiéniques, fuir les excès de tout genre, et adopter surtout le régime et le costume des indigènes, que l'expérience a démontré être en parfaite harmonie avec le milieu. Par ces mêmes moyens il évitera les conséquences morbides de la suractivité de la peau, les sudamina, les papules, les érythèmes, les boutons ardents ; il évitera, de plus, les accidents cérébraux, tels que la méningite, l'encéphalite, l'apoplexie. C'est grâce à ces précautions hygiéniques qu'il pourra vivre et perpétuer sa race dans un climat où les influences solaires seront seules à redouter ; car, à elles seules, elles ne rendent pas l'acclimatement impossible.

Les preuves à l'appui de cette dernière proposition sont nombreuses. Les navires, dit Dutroulau, qui se transportent dans toutes les mers intertropicales sans voir se modifier leur état sanitaire, à la condition de ne point aborder les terres insalubres, démontrent d'une façon manifeste l'innocuité du climat sidéral sous ces latitudes. Dans la zone intertropicale, à Taïti, à Bourbon, à Port-de-France, au groupe des Saintes à la Guadeloupe, aux quartiers du Nord à la Martinique, pays réputés salubres, le chiffre de la mortalité des Européens est assez faible. En Océanie, la mortalité de nos troupes est moindre qu'en France : 17,7 (en 1844), 12,9 (en 1845), sur 1000, au lieu de 20 sur 1000, chiffre de la mortalité de nos garnisons réunies. Les Espagnols, les Portugais, prospèrent en Afrique, aux Canaries et à Madère, à une petite distance du Sénégal, de la Côte-d'Or, où nos comptoirs ont tant à souffrir de l'insalubrité du pays. Ces exemples, que nous pourrions multiplier, suffisent pour faire voir que l'influence solaire, par elle-même, n'est point un obstacle à l'acclimatement.

Arrivons aux climats froids. Le propre des températures froides est de diminuer l'activité de la peau, d'augmenter celle des organes centraux ; c'est précisément l'inverse des températures élevées.

Cette activité des phénomènes nutritifs des parties profondes du corps entraîne un besoin plus impérieux de prendre des aliments. De là une tendance à l'engraissement, à la pléthore, au développement du système musculaire ; de là une augmentation de la chaleur animale. Un individu transporté d'un pays chaud dans un pays froid doit donc, pour s'acclimater, subir dans son activité nutritive une série de phases en sens inverse de celles que doit subir l'individu, qui d'un climat froid passe dans un climat chaud. Mais ces modifications entraînent avec elles moins de danger pour le premier que pour le second, l'équilibre avec le milieu s'établit plus facilement. Ajoutons que les pays froids sont exempts de toute cause d'insalubrité, et nous comprendrons alors pourquoi l'acclimatement s'y réalise sans de grandes difficultés. Les émigrations se font, à la vérité, rarement dans ces régions, où ni la beauté du sol, ni la richesse du pays, ne les attirent. Mais, comme preuves de la facilité de

l'acclimatement dans les climats froids, nous citerons les suivantes : Des pêcheurs de baleine ont pu rester des années entières au milieu des glaces; les équipages des capitaines Ross, Franklin, Parry, Dumont d'Urville, sont demeurés indemnes de maladies pendant des temps fort longs dans les régions les plus froides. Au Spitzberg prospèrent encore des factoreries hollandaises fondées au XVI^e^ siècle. Au Canada, de 1663 à 1760, 10 000 émigrants français sont devenus près d'un million de Franco-Canadiens. Aux États-Unis du Nord, l'acclimatement de la race anglaise n'est pas moins un fait acquis.

Il ne faut pas croire cependant que celui qui émigre vers le Nord ne trouve pas, dans les conditions nouvelles où il se place, des causes de maladie. Celles-ci sont dues principalement aux variations de température. Si les variations diurnes sont peu marquées, les variations annuelles le sont extraordinairement. Ainsi le capitaine Franklin a observé un maximum de 31°, un minimum de 50°, ce qui donne une différence de 81°. Mais les maladies engendrées par le froid et ses variations sont de nature phlegmasique ; ce sont les bronchites, les pneumonies, les pleurésies, etc. Or ces maladies sont infiniment moins dangereuses que celles qui existent dans les pays chauds, et il est bien plus facile de s'y soustraire.

Miasmes. — Les miasmes sont des émanations qui résultent de la décomposition de substances végétales ou animales à la surface du sol. Tenues en dissolution par la vapeur d'eau de l'atmosphère, ces substances peuvent rester confinées au-dessus des lieux d'où elles se sont échappées, si elles rencontrent des obstacles à leur transport par les vents, tels que de vastes montagnes, quelquefois même de simples forêts. Dans le cas contraire, ils peuvent parcourir d'immenses distances. Essentiellement délétères, les miasmes sont la source de maladies qui, par leur gravité, sont sans rivales ; la fièvre intermittente, la fièvre jaune, la peste, le choléra, telles sont les conséquences de la présence de ces terribles agents au sein des populations. Voilà surtout l'ennemi avec lequel l'émigrant doit compter ; il n'épargne même pas l'indigène, mais épargne moins encore l'individu qui, dans les pays chauds, est en train de subir les modifications qui doivent le mettre en harmonie avec les influences météorologiques. L'état de faiblesse, de dépression, dans lequel se trouvent ses actes vitaux, l'expose d'une façon toute spéciale aux coups de l'intoxication miasmatique, et, de plus, l'empêche de réagir avec efficacité contre elle alors qu'il est atteint. De là la difficulté la plus sérieuse et la plus incontestable pour l'acclimatement. Là où l'acclimatement ne se fait pas, là où le nombre des décès surpasse le nombre des naissances, on peut accuser ces effluves. Ainsi Saint-Louis, le Sénégal, Sierra-Leone, Chandernagor, Batavia, Mayotte, la Vera-Cruz, pays des plus insalubres, sont aussi les plus inhospitaliers, ce qui leur a valu la lugubre épithète de cimetières des Européens. Dans l'Indoustan, le Bengale, l'empire Birman, le royaume de Siam, la Cochinchine, à peine trouve-t-on des Européens de la troisième ou quatrième génération de race pure. Or, ces pays sont

des pays d'alluvion, de marécages ; le choléra, les fièvres intermittentes déciment les nouveaux venus. Enfin en Algérie, où les émanations palustres sont si abondantes, l'acclimatement n'est pas encore un fait acquis, quoique cependant l'état sanitaire de nos colons s'améliore de jour en jour.

A la vérité, certaines localités, quoique marécageuses, sont réputées salubres : ainsi, dans la Nouvelle-Calédonie, située dans l'océan Pacifique, la plage est tour à tour inondée et découverte par des marées, les terrains sont limoneux, couverts de végétations palustres ; ces terrains ont été remués par les Européens pour la culture, la création de chaussées, et cependant, selon M. de Rochas, la fièvre intermittente est presque inconnue dans ce pays. D'après les documents de M. Aubert Roche, aujourd'hui à la tête du service médical de l'administration de l'isthme de Suez, malgré les bouleversements continus du sol sur une ligne fort étendue, pas un seul cas de fièvre intermittente ne s'est montré chez les Arabes indigènes, et, parmi les Européens, la mortalité n'est que de 0,016, celle des Arabes étant de 0,0012, et cependant l'isthme de Suez se trouve entre l'Arabie et l'Égypte, deux pays insalubres. Mais ces faits peuvent s'expliquer, soit parce que tous les marais et tous les terrains chargés de matières organiques ne sont pas également propres aux effluves miasmatiques dangereux, soit parce que, dans certaines régions, les miasmes trouvent dans l'air quelques causes de destruction, peut-être de l'ozone.

Il résulte par conséquent de ce que nous venons de dire, que la plus grande difficulté de l'acclimatement tient à des conditions purement telluriques, la température ne pouvant être un obstacle absolu. Mais là où l'air est insalubre et la température élevée, celle-ci est une cause qui contribue puissamment à augmenter les effets malfaisants de l'insalubrité. En premier, lieu elle favorise le dégagement des miasmes; en second lieu, elle déprime l'énergie vitale des sujets qui y sont exposés et les rend ainsi plus aptes à contracter les maladies auxquelles ils donnent lieu. Lorsqu'à la température s'ajoute une grande humidité de l'atmosphère, les effluves miasmatiques ne deviennent que plus redoutables. Ainsi, dans certains pays insalubres, c'est surtout pendant la saison pluvieuse que la mortalité atteint son plus haut chiffre, aux Antilles, à Chandernagor, à Batavia, au Sénégal.

Pour donc que l'émigrant ait chance de s'acclimater dans les pays insalubres, il faudrait qu'à son arrivée il ait au moins, comme l'indigène, harmonisé ses conditions organiques avec les influences solaires. Sans cette condition, la prédisposition à contracter les maladies sera toujours présente, et il courra de grandes chances de mort. Afin d'atteindre ce but, M. Aubert Roche a proposé de convertir les tempéraments pléthoriques des hommes du Nord en tempéraments nerveux, en pratiquant à ceux-ci, avant leur départ pour les climats chauds, de nombreuses saignées; mais les résultats obtenus n'ont pas répondu à ce que cet auteur en attendait.

D'autre part, on a proposé de faire stationner les troupes, en particulier, à des reprises différentes et pendant un certain temps, dans des localités qui se trouvent sur le trajet à effectuer, de façon que les troupes puissent ainsi s'accommoder insensiblement aux influences de la température à chaque station. Ce moyen n'a pas eu plus de succès que le précédent, et l'on y a renoncé pour le remplacer par celui de faire arriver les garnisons au moment où les maladies endémiques ou épidémiques ne sévissent pas, et quand ces maladies sévissent, on campe les soldats sur les hauteurs ; de plus on renouvelle les garnisons, d'autant plus fréquemment que les localités sont plus insalubres.

Il semblerait donc que l'acclimatement trouve dans les miasmes un obstacle auquel l'émigrant ne peut parer par aucun moyen. Mais M. Bertillon a fait voir combien les renseignements de l'histoire peuvent être une source précieuse pour la solution de cette question. Il prend la plus importante des émigrations, l'émigration indo-européenne (race aryenne ou iranienne), dont l'histoire révèle l'existence, la suit de son point de départ, le centre de l'Asie, à travers l'Europe, la Thrace, la Macédoine, et constate que l'acclimatement à distance ne s'est réalisé pour ces peuples que par une migration à marche séculaire ; que l'acclimatement se faisait d'autant mieux qu'il s'opérait sous la même latitude que celle de la mère patrie ; que toute migration rapide n'a jamais constitué une colonie durable, et que les croisements avec les races aborigènes ont favorisé et accéléré l'acclimatement. M. Bertillon nie donc que le grand acclimatement soit possible, à moins qu'il ne se forme à travers une série de siècles, par des générations successives. Le petit acclimatement seul est réalisable ; et, pour l'assurer, il conseille : 1° de prendre les colons parmi les individus appartenant aux climats les plus rapprochés de la colonie que l'on veut faire prospérer ; 2° de favoriser autant que possible leur croisement avec les races indigènes.

Le premier conseil a d'autant plus de valeur qu'il est bien certain qu'en Algérie, les peuples qui ont été les plus épargnés jusqu'ici sont par ordre : les Espagnols, les Maltais, les Italiens, les Français, les Allemands. Quant au second conseil, il paraît aussi des plus rationnels, car il est bien évident que, pour mettre les descendants des colons en harmonie avec le climat, le moyen qui consiste à leur donner du sang de l'indigène sera celui qui leur transmettra le plus facilement et le plus promptement les conditions organiques de ce dernier.

Il nous reste à faire voir maintenant les difficultés que l'acclimatement peut trouver dans certaines conditions relatives à l'état de maladie, à l'état moral, à l'âge, au sexe, aux races.

Santé. — L'état de santé est une des premières conditions pour la réalisation de l'acclimatement. L'émigrant, pour s'accommoder au milieu dans lequel il doit vivre, ne peut opposer de réaction efficace qu'à la condition d'avoir toutes ses fonctions intactes. La phthisie est une des maladies qui ont le plus occupé les climatologistes, et tous sont unanimes

pour déclarer que les pays intertropicaux sont nuisibles aux tuberculeux. C'est dans les localités les plus chaudes des climats tempérés que les phthisiques doivent chercher un refuge, et ces localités leur seront d'autant plus favorables qu'elles seront moins éloignées de la résidence de l'émigrant. Ainsi, les phthisiques de France trouvent à Pau, à Hyères, à Nice, des avantages plus grands qu'en Afrique.

Les phthisiques ne sont pas plus favorisés dans les pays froids que dans les pays chauds, car ils sont exposés plus que les individus sains aux phlegmasies des voies respiratoires.

ÉTAT MORAL. — L'état moral des individus doit être pris en grande considération pour le succès de l'acclimatement. Nous ne pouvons mieux faire à ce sujet que de citer les lignes suivantes, empruntées à M. Michel Lévy. « Comment mettre en doute l'influence soudaine et profonde de ces émigrations qui jettent l'homme dans un monde nouveau, au contact d'une nature spéciale, au milieu d'une société qui ressemble si peu à nos sociétés occidentales? S'il regarde autour de lui, il voit sur tous les visages une pâleur fiévreuse, une expression de froideur inusitée, l'empreinte d'un état de langueur et de souffrances familières. Point de gaieté, point d'expression vive, nulle trace de cette agitation et de ce mouvement soutenu qui animent la physionomie de nos cités européennes, mais partout l'indolence et l'affaissement d'une vie qui doit se faire passive pour durer; la violence des maladies contraste avec le rhythme méthodique de cette vie; il s'effraye de la brusquerie des catastrophes, de l'allure vacillante des convalescences, de la multiplicité des rechutes. Une terreur secrète ou déclarée plane sur la première période de séjour. Peu de nouveaux venus réussissent à s'en défendre; elle les livre, victimes inertes, aux coups des épidémies. Chervin invoque à cet égard le témoignage d'un grand nombre de médecins qui ont pratiqué dans les Antilles, à Saint-Domingue, etc. Moi-même j'ai vu des militaires qui avaient affronté la mort dans cent combats, trembler au seul mot de fièvre jaune, être frappés de maladies et succomber promptement. »

SEXE. — Les femmes s'acclimatent plus facilement que les hommes. Selon J. Rochard, les femmes souffrent peut-être plus que les hommes de la chaleur, mais elles tombent plus promptement dans l'état d'anémie. De cette façon elles s'harmonisent plus facilement et plus rapidement avec le milieu, et résistent aussi mieux aux maladies épidémiques. Peut-être faut-il tenir compte aussi des moindres fatigues que la femme supporte et de sa sobriété.

AGE. — Les enfants résistent en général difficilement aux nouvelles influences climatologiques auxquelles ils sont exposés. Selon MM. Martin et Foley, les enfants amenés en Afrique avant l'âge de 2 ans 1/2 ou 3 ans n'ont presque aucune chance de vivre. A Constantine, dit Vital, à 650 mètres d'élévation, et malgré l'absence presque complète de fièvres, les enfants de pères et de mères européens sont impitoyablement moissonnés;

le même fait a été signalé au Brésil, par Sigaud ; dans l'Inde, par le major Bagnold.

Races. — Les races ne s'acclimatent pas également bien. « La race juive, dit Boudin, tient le premier rang ; elle est la seule qui ait résolu le problème de l'ubiquité, la seule qui se montre véritablement cosmopolite. On la retrouve sur tous les points de la terre, dispersée au milieu des peuples sans se mélanger avec eux, immuable dans le temps et dans l'espace, conservant partout ses traditions, ses rites, ses maladies propres et ses immunités pathologiques, et s'acclimatant sans effort sous toutes les latitudes. Non-seulement ils se sont acclimatés sous les tropiques, mais encore ils ont habité pendant une série de siècles le seul pays du globe situé à 400 mètres au-dessous du niveau de la mer, la vallée du Jourdain. » Mais, comme le fait remarquer avec raison M. Bertillon, le juif émigre lentement, de proche en proche ; il ne se hasarde pas dans des colonies nouvelles, il ne se répand pas sur un sol neuf pour le défricher ou le cultiver, il ne s'emploie pas aux travaux rudes ou périlleux ; enfin, il n'est pas aussi réfractaire aux croisements qu'on veut bien le dire.

La race nègre est celle qui résiste le moins au changement de climat. Des nègres transportés d'une côte africaine à une autre du même littoral, à quelques degrés de distance, et sans sortir des tropiques, sont souvent décimés. Ils ne peuvent se maintenir à la Réunion, à Maurice, en Algérie, en Égypte, ni dans les Antilles, ni dans l'Inde, si ce n'est par des émigrations incessantes. Mais ils se multiplient au Brésil et dans l'Amérique du Nord. Cependant l'acclimatement des nègres n'est pas encore une question résolue.

La race mongolique s'acclimate moins facilement que la race caucasique, mais plus facilement que la race nègre. La race caucasique est celle qui s'acclimate le mieux, et pour l'Europe, celle qui appartient à la race latine l'emporte sur les peuples d'origine germanique. Ainsi les Portugais, les Espagnols, supportent beaucoup plus facilement les climats chauds que les Anglais, les Hollandais et les Allemands.

Index bibliographique (Acclimatement). — Léon Coindet, in *Gazette hebdomadaire de médecine et de chirurgie*, 1863. — Dutroulau, *Traité des maladies des Européens dans les pays chauds*. Paris, 1861. — J. Ross, *Relation d'un voyage fait à la recherche d'un passage au nord-ouest, et de sa résidence dans les régions arctiques pendant les années* 1829 à 1833, traduit par Defauconpret. Paris, 1835. — Aubert Roche, *Essai sur l'acclimatement des Européens dans les pays chauds* (*Annales d'hygyiène publique et de médecine légale*, t. XXXI, XXXII, XXXIII, XXXIV, XXXV). — Bertillon, *Dictionnaire encyclopédique des sciences médicales*, article Acclimatement. — Michel Lévy, *Traité d'hygiène publique et privée*. Paris, 1863, 4e édition. — Jules Rochard, *Nouveau Dictionnaire de médecine et de chirurgie pratique*, article Acclimatement. — V. Martin et L. Foley, *Histoire statistique de la colonisation algérienne, au point de vue du peuplement, de l'hygiène*. Paris, 1851. — Vital, *Gaz. médicale de Paris*, 1852. — J. Charles M. Boudin, *Du non-cosmopolitisme des races humaines* (*Mémoires de la Soc. d'anthropologie*, Paris, t. I, 1er fascicule, 1860).

DE L'INFLUENCE DU MILIEU SUR LES MODIFICATIONS QUE LES ESPÈCES ONT SUBIES AVEC LE TEMPS.

Nous avons vu dans le chapitre précédent que l'homme n'avait pris possession du globe entier qu'à la suite d'émigrations lentes et séculaires; l'animal, de même que l'homme, n'est parvenu sans aucun doute à se disséminer sur toute la surface de la terre que par le même moyen. Incessamment aux prises avec le nouveau milieu au sein duquel s'effectuaient les émigrations, une quantité innombrable de ces êtres a dû succomber dans cette lutte; mais il en est resté un certain nombre qui, ayant adapté leurs conditions organiques aux influences climatologiques, ont pu vivre et se propager sur le sol qu'ils s'étaient choisi. Or cette adaptation n'a pas entraîné seulement avec elle des modifications dynamiques, mais encore des modifications matérielles plus ou moins profondes; la couleur, la configuration des organes, la taille, quelquefois même la structure, ont été plus ou moins notablement altérées, si bien qu'aujourd'hui il est souvent fort difficile de réunir dans des groupes nettement limités les êtres issus d'une même souche. De cette difficulté sont résultées, pour l'homme en particulier, deux doctrines opposées, l'une qui soutient l'unité de l'espèce humaine (monogénistes), l'autre qui soutient la pluralité (polygénistes).

L'étude des modifications que le milieu imprime à l'espèce se relie intimement à cette question doctrinale, et en est presque inséparable. Toutefois nous ne parlerons de cette dernière que comme d'une conséquence découlant des faits que nous allons exposer, laissant complétement de côté les points philosophiques et dogmatiques dont la physiologie positive n'a, du reste, que faire.

Qu'est-ce d'abord qu'une espèce? L'espèce est l'ensemble des individus plus ou moins semblables entre eux, qui sont descendus, ou qui peuvent être regardés comme descendus d'une paire primitive unique, par une succession non interrompue de familles (A. de Quatrefages). L'espèce diffère de la variété, en ce que la variété est une série d'individus appartenant à une même espèce, s'en séparant seulement par quelques modifications légères. La race est un ensemble d'individus dont les caractères diffèrent davantage que la variété des caractères de l'espèce. Les genres sont la réunion des espèces les plus rapprochées les unes des autres par l'ensemble de leurs caractères.

C'est à Linné et à Buffon que revient l'honneur d'avoir posé les premiers cette question : Les individus dont l'ensemble constitue une espèce demeurent-ils indéfiniment semblables entre eux et avec leurs premiers parents, ou revêtent-ils des caractères qui les éloignent les uns des autres, au point que les naturalistes ne puissent plus reconnaître la parenté?

Malgré les nombreuses incertitudes de ces deux grands naturalistes sur la solution du problème qu'ils avaient posé, il est incontestable qu'à la fin de leur vie ils étaient arrivés à soutenir la variabilité de l'espèce, variabilité qui, pour Linné, était due à l'influence des croisements, et, pour Buffon, aux grandes vicissitudes de la terre et des eaux, à l'abandon ou à la culture de la nature, à la longue influence du climat devenu contraire ou favorable.

Cuvier, contrairement à Linné et à Buffon, admit l'invariabilité, la fixité de l'espèce. Les espèces, pour lui, seraient aujourd'hui ce qu'elles étaient à l'origine du monde, à part quelques modifications légères que, chez quelques-unes, la domesticité leur aurait fait subir.

Lamarck attribua au milieu et aux générations une influence des plus grandes sur les variations de l'espèce : « Les circonstances influent sur la forme et l'organisation des corps vivants, la variabilité de ces corps est illimitée ; la nature, par la succession des générations et à l'aide de beaucoup de temps et d'une diversité lente, mais constante dans les circonstances, a pu produire, dans les corps vivants de tous les ordres, les changements les plus extrêmes, et amener peu à peu, à partir des premières ébauches de l'animalité et de la végétabilité, l'état de choses que nous observons maintenant. La nature n'offre, à proprement parler, que des individus qui se succèdent les uns aux autres par la génération et qui proviennent les uns des autres. Les espèces, parmi eux, ne sont que relatives et ne le sont que temporairement. Si l'on en a jugé autrement, c'est parce que la chétive durée de l'homme lui permet difficilement d'apercevoir les mutations considérables qui ont eu lieu à la suite de beaucoup de temps. En d'autres termes, les collections auxquelles on a donné le nom d'espèces ne sont que des races. »

Darwin admit la variabilité des espèces sous l'influence de la culture, des croisements, des changements de lieu, de la domesticité. L'industrie de l'homme y prendrait surtout une grande part, celui-ci modifiant les types primitifs pour les adapter à ses convenances, à ses besoins; c'est là ce que Darwin désigne sous le nom de *sélection méthodique*. La sélection naturelle serait la conservation des êtres provenant d'espèces données, et doués des qualités les plus convenables pour vivre dans le milieu où ils subsistent, ces êtres tendant sans cesse à se perfectionner, tandis que les autres, doués de qualités impropres à la conservation de leur existence, tendraient à disparaître.

En 1859, M. Broca publia un long mémoire sur l'hybridité en général. Ce mémoire plaide en faveur de l'invariabilité de l'espèce sous l'influence des circonstances extérieures, mais de la variabilité sous l'influence de croisements entre espèces différentes. « De ce que les espèces ne se mélangent plus, dit M. Broca, il ne faut pas dire qu'elles ne changeront plus. L'hypothèse de la permanence des espèces n'est fondée sur aucune base rationnelle. Tous les chiens domestiques, pas plus que tous les hommes qui occupent notre globe, ne sont pas de la même espèce, ainsi

qu'on le croit. Les grandes modifications dont on parle n'existent pas pour l'espèce; on retrouve aujourd'hui les mêmes chiens, les mêmes hommes, qu'il y a quatre mille ans, et, pour expliquer l'origine des races, il ne faut pas contraindre son esprit à remonter au delà des temps historiques, ni à s'enfuir vers les temps fabuleux où l'imagination seule peut pénétrer. Il est plus simple de croire qu'il y a eu primitivement plusieurs espèces de chiens, plusieurs espèces d'hommes, et non un seul couple pour chacun; de croire que l'hybride, provenant d'espèces différentes, peut être fécond. Mais, en dehors du raisonnement, si le fait ne peut être prouvé pour les chiens, les croisements féconds du bouc et de la brebis, du chien et du loup, et surtout du lièvre et du lapin, viennent à l'appui de cette manière de voir. »

En 1861, Is. Geoffroy Saint-Hilaire publia ses idées sur l'espèce, dans son *Histoire générale des règnes organiques*. Les différences que l'on observe à notre époque dans les espèces par rapport aux types primitifs tiennent à des modifications qui ont été imprimées à ces types. Il nous montre ces types diversement modifiés, suivant les conditions topographiques, climatologiques, par le fait même de la puissance de l'homme, qui a su soumettre un certain nombre d'espèces sauvages à une domination dont les effets se sont fait sentir sur les caractères physiologiques et organiques; enfin, il nous fait assister aux transformations rétrogrades de l'animal domestique, tendant à reprendre, alors qu'il est rentré à l'état sauvage, les caractères du type primitif. Et ses conclusions sont les suivantes : « Les caractères des espèces ne sont ni absolument fixes, comme plusieurs l'ont dit, ni surtout infiniment variables, comme d'autres l'ont soutenu : ils sont fixes pour chaque espèce tant qu'elles se perpétuent au milieu des mêmes circonstances; ils se modifient si les circonstances ambiantes viennent à changer. Dans ce dernier cas, les caractères nouveaux de l'espèce sont, pour ainsi dire, la résultante de deux forces contraires: l'une, modificatrice, est l'influence des nouvelles circonstances ambiantes; l'autre, conservatrice, est la tendance héréditaire à reproduire les mêmes caractères de génération en génération. Pour que l'influence modificatrice prédomine d'une manière très-marquée sur la tendance conservatrice, il faut donc que l'espèce passe, des circonstances au milieu desquelles elle vivait, dans un ensemble nouveau et très-différent, qu'elle change, comme on l'a dit, de monde ambiant; de là des limites très-étroites des variations extérieures observées chez les animaux sauvages, de là l'extrême variabilité des animaux domestiques. L'espèce n'est donc pas fixe, comme le voulait Cuvier, ni variable d'une façon illimitée, comme le pensait Lamarck, mais elle est variable dans certaines limites. » C'est là la doctrine de la variabilité limitée de l'espèce.

Dans l'examen que nous allons faire des modifications organiques survenues sous l'influence du milieu, nous laisserons tout d'abord l'homme presque complétement de côté. Ayant étudié en premier lieu les variations dont sont susceptibles les animaux sauvages et domestiques, nous

aurons des termes de comparaison qui nous permettront de savoir si, dans les diverses races humaines, les limites des variations sont plus ou moins étendues que celles qui existent dans des races animales appartenant bien évidemment à une même espèce. Si nous arrivons à faire voir que chez des animaux de même espèce, ces variations sont plus accentuées que celles qui se sont réalisées chez l'homme, il y aura grande probabilité pour que les groupes humains appartiennent à une même famille.

Ici nous comprendrons le mot milieu dans le sens le plus large, c'est-à-dire nous l'appliquerons à tout ce qui entoure l'être vivant, tend à entretenir son existence, ou à opérer sa destruction, ou à le modifier. Ainsi, de même que l'animal est un élément du milieu pour l'homme, puisqu'il sert à ses besoins, l'homme sera un élément du milieu pour l'animal, en ce sens que l'homme, en réduisant celui-ci à la domesticité, en réglant les croisements d'une façon intelligente, a pu lui imprimer de nombreuses modifications organiques, et créer ainsi presque à sa guise des races nouvelles. D'autre part, l'animal sera pour l'animal un élément du milieu, comme l'homme sera un élément du milieu pour l'homme, car tout être vivant doit son origine à son semblable; c'est à lui qu'il emprunte ses caractères organiques propres, caractères qui peuvent être modifiés par une foule de circonstances nées en dedans même de l'être procréateur.

VARIATIONS CHEZ LES ANIMAUX SAUVAGES. — Les modifications observées chez les animaux sauvages sont nombreuses et excessivement variables; nous ne présenterons ici que quelques types choisis parmi les plus importants.

Le loup et le cerf sont plus grands, plus velus, dans le Nord que dans le Midi; la panthère de Java est noire, la panthère de Sibérie est grise. Le tigre de Sumatra ne se distingue pas seulement par des différences de coloration des autres types, mais encore par la conformation particulière de sa tête, dont l'apophyse zygomatique se détache du temporal sous un angle voisin de l'angle droit, et se porte plus en dehors que celle des autres tigres. Chaque forêt a sa variété de cerf. Le lièvre qui habite le bois est moins volumineux, moins rouge, que celui qui habite la plaine. La perdrix de passage est plus petite, plus foncée que les autres; la perdrix des montagnes est blanche; la perdrix de plaine est grise ou rouge. Selon Buffon, les lièvres, dans les hautes montagnes et les pays du Nord, deviennent blancs pendant l'hiver, et reprennent, en été, leur coloration. Chez les poissons, la carpe à larges écailles, dite carpe à miroir, ne se montre que dans certains étangs. Les truites sont plus tachetées dans certaines rivières que dans d'autres; la truite saumonée, remarquable par sa couleur rouge, se trouve souvent dans des ruisseaux qui aboutissent à d'autres dans lesquels on ne trouve que des truites non saumonées. Mais, diront les partisans de l'invariabilité de l'espèce, qui prouve que l'on a affaire dans ces comparaisons à des animaux de la même espèce? Quand les naturalistes nous montrent tous les intermédiaires entre le tigre gris et le tigre noir, entre le cerf du Nord et celui du Midi; quand

on trouve des carpes à miroir dans des étangs où des carpes de cette nature n'avaient pas été mises ; quand, avec des œufs de truite non saumonée, M. Coste fait produire des truites saumonées, en les plaçant dans certains ruisseaux, on est bien forcé d'accepter que les modifications que nous venons de signaler appartiennent à des animaux de la même espèce. Or, ces modifications ne peuvent être attribuées qu'aux conditions extérieures auxquelles ces animaux sont soumis. Dire quelles sont les propriétés du milieu qui interviennent n'est pas, à la rigueur, chose facile ; mais il est à remarquer que les modifications imprimées aux espèces deviennent d'autant plus tranchées, qu'on trouve celles-ci plus éloignées les unes des autres : ainsi que le fait observer Isidore Geoffroy Saint-Hilaire, à une petite distance, c'est-à-dire là où les conditions du milieu ne sont que peu modifiées, on ne trouve que des variétés ; à une grande distance, au contraire, c'est-à-dire là où le climat, la nature et la production du sol sont profondément changés, la limite des variations prend une extension considérable.

VARIATIONS CHEZ LES ANIMAUX DOMESTIQUES. — Nous allons voir ici ces modifications plus variées encore et plus profondes. Le serin a été apporté en Europe des Canaries, vers le milieu du XV^e^ siècle : du temps de Buffon on comptait vingt-neuf variétés et huit races distinctes qui avaient reçu des noms spéciaux ; depuis Buffon, le nombre s'est encore accru. Ces races présentent des caractères essentiellement différents des races originelles : tandis que les races sauvages sont verdâtres, avec des taches brunes, les serins de nos pays ont une teinte uniforme, qui varie du jaune presque blanc au jonquille, à l'agate ; le panache, plus ou moins foncé chez quelques-uns, peut aller jusqu'au noir ; la taille est moins développée, les intonations de voix sont les mêmes, mais les reprises, les roulades, sont extrêmement variées.

Les pigeons, qui tirent leur origine de l'Égypte et de la Grèce, présentent des races par centaines. Ils dérivent d'un type unique, le biset, qui existe encore à cet état. Is. Geoffroy Saint-Hilaire a montré, en effet, que les races des pigeons les plus modifiées possédaient toujours des caractères du biset, tandis qu'elles ne présentaient pas toujours les caractères d'une autre race.

L'onagre est le type sauvage de l'âne ; il se trouve à cet état dans le sud-ouest de l'Asie et dans le nord-est de l'Afrique ; de là il s'est répandu dans le monde entier et a pris, suivant les pays, des caractères particuliers. A Terre-Neuve il y a des mahrattes, dont la taille est comparable à celle d'un chien de Terre-Neuve. En Arabie existent de grands ânes qui sont de force à lutter pour le galop avec un cheval. Les ânes du Poitou sont remarquables par leur haute taille, leurs oreilles exagérées, leurs singulières toisons. Les naturalistes nous montrent, comme pour les pigeons, la série graduée de ces races nombreuses d'ânes, depuis la souche première jusqu'à la race la plus dégradée ou la plus perfectionnée.

Nous en dirons autant des chevaux. Les chevaux sauvages existent encore

en Amérique, et l'on sait combien il existe de races chevalines; chaque contrée a pour ainsi dire la sienne. Il en est de même des chiens : l'espèce primitive du chien est encore à l'état de nature, c'est le chacal, et non le loup, comme on l'a cru pendant longtemps. Is. Geoffroy Saint-Hilaire a fait connaître que, sur plusieurs points de l'Asie, de l'Europe orientale et de l'Afrique, on trouvait en même temps à l'état libre des chacals, et à l'état domestique des chiens qui leur sont très-ressemblants, si ressemblants, qu'on les distingue même assez difficilement. Mais que de variétés on rencontre dans les caractères organiques entre les nombreux intermédiaires du chien et du chacal domestique : « Dans les races canines, dit Cuvier, la grosseur de la tête, tantôt grêle, à museau effilé, à front plat, tantôt à museau court, à front bombé, amène des différences apparentes plus fortes que celles d'autres espèces sauvages du même genre naturel. Ces variations déjà si grandes arrivent à un degré encore bien autre chez certaines variétés pentadactyles, chez lesquelles on trouve un doigt surnuméraire et des changements notables dans la connexion des os du tarse et en particulier dans l'union du grand cunéiforme et de l'astragale par une large surface articulaire. »

Le bœuf, dans ses nombreuses races, présente aussi des modifications extrêmement nombreuses. La collection de crânes de bœufs recueillis par Cuvier a fait voir combien de disproportion il pouvait y avoir dans toutes ces têtes.

Du mouflon à la brebis qui en dérive, que de différences aussi ! Le mouflon, grand et armé de cornes résistantes, couvert d'un poil rude qui lui permet de supporter les intempéries, doué d'une agilité qui le dérobe à la poursuite de ses ennemis, est d'une force considérable ; en devenant domestique, il a perdu sa force, son agilité, sa rusticité; son pelage grossier s'est changé en une fine toison : il s'est transformé en cette brebis faible, incapable de subsister et de se conserver sans la protection de l'homme, sans la nourriture et les abris qu'il lui procure. Le nombre de ses vertèbres caudales a augmenté ou diminué ; dans certaines races, les oreilles sont devenues pendantes, etc.

Les modifications dans certaines espèces peuvent même porter sur les viscères. Ainsi, selon Daubenton, les viscères du chat domestique sont plus larges, plus gros, plus grands que les viscères du chat sauvage; de là une altération de l'espèce, qui a plus dégénéré dans les parties internes que dans les parties externes.

Pour modifier ainsi les animaux qu'il a soumis à sa domination, l'homme n'a fait en réalité que de les placer dans des conditions particulières de milieu. Il les a fait vivre et subsister sur le sol qu'il cultivait, il les a alimentés avec des produits autres que ceux qu'ils trouvaient à l'état sauvage; il a réglé l'activité qu'ils devaient dépenser, les a abrités contre l'intempérie des saisons. Et c'est ainsi qu'il a pu créer, par des moyens que lui suggérait son intelligence, de nombreuses variétés d'espèces, même des races nouvelles, en dehors de tout croisement.

De même que les animaux présentent de nombreuses modifications quand ils sont réduits à l'état de domesticité, de même ils se transforment, mais en sens inverse, quand ils retournent à l'état sauvage. Un certain nombre d'animaux domestiques ont secoué le joug de l'homme, et sont aujourd'hui à l'état libre dans les diverses parties du monde, notamment le chien, le porc, la chèvre, le bœuf, le cheval. Or, par le fait des conditions nouvelles où ces animaux se sont trouvés, alors qu'ils étaient rendus à la liberté, ils ont subi de profondes modifications organiques qui tendent à les rapprocher de plus en plus de l'état type. Chez les chèvres sauvages on ne voit plus ni oreilles longues et pendantes, ni mamelles hypertrophiées, ni cornes contournées. Les cochons sont devenus noirs, et leurs crochets se sont transformés, en général, en véritables défenses. « Les chiens sauvages, dit Is. Geoffroy Saint-Hilaire, fussent-ils issus des chiens domestiques les plus modifiés, en perdent eux-mêmes les caractères. Dans les troupes libres et après un temps dont la brièveté a souvent étonné les observateurs, plus d'oreilles tombantes, plus d'anomalies dans le nombre et la disposition des doigts, et à peine quelques traces de ces déformations du crâne et de ces accroissements du volume de l'encéphale, qui rendent si remarquables quelques-unes des races de nos villes. Ajoutons que des chiens marrons se modifient dans leur naturel et dans leurs mœurs, comme dans l'organisation; ils deviennent farouches, souvent féroces; ils cessent d'aboyer, quelquefois fouillent la terre. »

Redevenus sauvages, ces animaux perdent donc, pour ainsi dire, la livrée qu'ils portaient comme serviteurs de l'homme, en tendant à récupérer de plus en plus les caractères typiques de l'espèce. Et l'on peut dire avec Buffon : « La nature ne manque jamais de reprendre ses droits, dès qu'on la laisse agir en liberté, et, avec le temps, on la verrait détruire le produit d'un art qui la contraint et se réhabiliter. »

VARIATIONS DUES AUX CROISEMENTS ENTRE INDIVIDUS DE MÊME ESPÈCE. — Toute espèce, quand elle se reproduit, transmet à ses descendants les caractères organiques et la ressemblance du père ou de la mère. Ainsi, un fermier conservant constamment le même troupeau, composé d'animaux de même race, ne verra pas de races nouvelles se créer sous ses yeux, à de rares exceptions près, sur lesquelles nous nous expliquerons bientôt, pas plus que l'on ne verra, à Paris, naître un individu jaune ou noir, quand le croisement se fera entre blancs de pure race. De cette dernière union naîtra toujours un blanc, qui ressemblera au père ou à la mère, peut-être aux grands parents. Selon Girou de Buzareingues et Burdach, il paraîtrait même que cette hérédité alternante serait plus accentuée que l'hérédité directe ; la ressemblance se verrait plus souvent, et d'une façon plus frappante, entre le grand-père et le petit-fils, la grand'mère et la petite-fille, que de père à fils, de mère à fille. Enfin la ressemblance ne serait-elle pas acquise par l'hérédité directe ou l'hérédité alternante, qu'elle réapparaîtrait avec l'atavisme, qui consiste dans le retour subit

des caractères d'un ancêtre séparé de son descendant par un nombre souvent considérable de générations. Chez l'homme, nous ne pouvons constater ces phénomènes, la vie étant trop courte pour que l'on puisse voir une longue suite de générations, mais, chez les animaux, les faits sont probants. M. de Quatrefages rapporte que, dans les troupeaux de laine noire de l'Andalousie, on tue impitoyablement depuis plusieurs siècles tout agneau qui porte la moindre trace de laine blanche, afin de conserver à la race le caractère qui en fait rechercher la toison. Et malgré cela, il n'y a pas d'années où l'on ne voit naître quelques rares individus qui reproduisent la teinte proscrite.

Cette transmission de caractères organiques et de ressemblances a pour origine la constitution et l'arrangement particulier des éléments anatomiques créés à l'origine de l'embryon. Quoique nous ne connaissions point les lois admirables qui président à cet arrangement, on ne peut se refuser d'admettre que la forme, la texture des organes, la configuration extérieure du corps lui sont subordonnées, et que ce sont les principes immédiats du sperme et de l'ovule qui concourent aux premières ébauches de l'organisation. Le père et la mère sont donc pour le nouvel être un milieu dans lequel celui-ci puise les éléments de sa constitution, et auquel il emprunte les dispositions organiques qui le rendront semblable à ses parents. Mais il peut se faire que ce milieu présente certaines modifications qui, agissant sur l'être procréé, altérera la constitution que celui-ci devrait avoir si le milieu avait été normal; les maladies, les privations, les excès du mâle ou de la femelle pourront imprimer aux principes du sperme ou de l'ovule des caractères particuliers, susceptibles de donner lieu à des écarts dans le travail embryonnaire. Ces écarts sont assez fréquents, mais, au lieu d'aboutir à la production d'individus chez lesquels les modifications qu'ils présentent par rapport aux parents sont compatibles avec les conditions du milieu qu'ils rencontrent à leur naissance, ils aboutissent plus souvent à la production d'individus dont les conditions organiques ne peuvent pas s'harmoniser avec les influences cosmiques. Tels sont les sujets atteints de spina-bifida, d'anencéphalie, etc. Quand ces vices de conformation ne sont pas incompatibles avec les conditions du milieu, ils peuvent être considérés comme le premier terme d'une race susceptible de se reproduire. Ainsi s'explique l'apparition des races de chiens pentadactyles, de chiens sans queue, de chiens à nez ou à lèvres supérieures fendus, de bœufs sans cornes, de moutons à courtes pattes, etc.; ainsi s'explique aussi, chez l'homme, la transmission héréditaire à une suite plus ou moins longue de générations, d'un certain nombre de vices de conformation, tels que les suivants.

M. de Quatrefages rapporte l'histoire curieuse d'un homme dont la peau était représentée par une sorte de carapace brunâtre, épaisse de plus d'un pouce et divisée de manière à figurer grossièrement les piquants du porc-épic. Cet homme eut six enfants, dont la peau présenta

les mêmes caractères que celle du père. Cinq de ces enfants moururent ; le survivant se maria, et eut six filles et deux fils; on manque de renseignements sur les filles, mais les deux enfants mâles héritèrent sûrement de la carapace de leurs ascendants.

Au dire de Burdach, Colburn eut quatre enfants. Dans une première génération, une fille avait douze doigts et douze orteils; dans une deuxième génération, une fille avait onze doigts et douze orteils; dans une troitroisième, trois garçons avaient douze doigts et douze orteils, un garçon avait onze doigts et onze orteils; dans une quatrième génération, un garçon avait douze doigts et douze orteils. En tout, dans ces quatre générations, on comptait onze cas de doigts surnuméraires, et six sujets seulement étaient normaux, sur dix-sept. Les autres générations furent exemptes de cette anomalie.

Van der Bach, cité encore par Burdach, parle d'une hérédité bien plus prolongée du même vice de conformation : une famille espagnole eut quarante de ses membres, dans des générations successives, atteints de doigts surnuméraires.

Renou raconte que de temps immémorial il y a, dans plusieurs paroisses du bas Anjou, des familles sexdigitaires où cette difformité se perpétue, quoique ces familles fussent alliées à d'autres qui en sont exemptes. Chez des familles, continue-t-il, qu'on ne soupçonnait pas atteintes de ce vice, on a vu naître des enfants avec six doigts, et toujours en remontant à la source, il s'est trouvé quelques ancêtres qui présentaient ce vice de conformation. L'atavisme paraît donc ici avoir exercé son influence sur la réapparition de caractères organiques anormaux.

M. Lucas a rapporté, d'autre part, un cas de transmission héréditaire d'ectrodactylie. Le sujet de l'observation n'avait que trois doigts seulement à chaque main et quatre orteils aux pieds. La même anomalie existait chez son père, et il avait donné naissance à un fils qui présentait le même vice d'organisation.

Tout récemment, M. Demarquay a rapporté à la Société de chirurgie un exemple des plus curieux de transmission héréditaire du bec-de-lièvre. Dans trois générations, onze enfants sont nés avec ce vice de conformation.

M. Scoutetten a présenté à l'Académie de médecine, en 1857, des moulages de pieds et de mains difformes, en attribuant ces difformités, qui se transmettaient depuis quatre générations, aux mutilations éprouvées par un ascendant de cette famille, qui avait perdu deux orteils à la suite d'une chute d'un lieu élevé.

Cette hérédité de vices acquis est des plus manifestes chez les Péruviens. Au dire de M. Gosse père, il y a trois cents ans que les Péruviens de la côte ont renoncé à la pratique des déformations artificielles du crâne, et cependant leur tête est toujours déformée ; elle l'est moins, sans doute, que celle des Péruviens de l'intérieur, qui continuent de comprimer le crâne de leurs enfants. D'où il paraît résulter que la déformation autrefois

purement mécanique, a fini, avec le nombre des générations, par faire en quelque sorte partie du plan de l'organisme.

Ainsi donc, l'espèce doit toujours compter avec deux milieux : l'un, le milieu héréditaire, l'autre, le milieu cosmique. L'un et l'autre tendent à la conservation de la ressemblance et des caractères organiques de l'espèce, tant qu'ils ne présentent pas dans leur constitution de modifications notables ; mais l'un et l'autre aussi, dans le cas contraire, tendent à lui imprimer des changements plus ou moins profonds, pouvant même aboutir à la création de races nouvelles.

Si l'hérédité tend à conserver à l'espèce les caractères organiques des parents, il doit en résulter qu'en croisant entre eux des animaux de même espèce, supérieurs aux autres par quelque qualité, on puisse fixer ainsi d'une façon définitive ces qualités. Cette sélection, faite de tout temps, n'est devenue un art ayant ses règles et ses méthodes pour l'amélioration des races que depuis les efforts de Daubenton, en France, de Backwel et des frères Collins en Angleterre. Daubenton favorisa l'accouplement de moutons appartenant à un même troupeau et qui possédaient la plus belle laine ; il obtint ainsi des produits remarquables par la richesse de leur toison. Backwel maria des pères et des mères avec leurs propres enfants, ou des frères avec des sœurs ; c'est par ce procédé qu'il créa le bœuf Dishley ; plus tard les frères Collins, en profitant de toutes les améliorations acquises, créèrent le bœuf Durham. Les recherches nombreuses des reproducteurs anglais ont toutefois fait voir que le résultat qu'on voulait obtenir n'était pas toujours aussi facile qu'on le désirait. Sir John Sibright, le plus habile éleveur de pigeons disait : « En trois mois, je puis produire n'importe quel plumage qui m'aura été indiqué, mais il me faut six ans pour façonner une tête ou un bec. »

VARIATIONS DUES AUX CROISEMENTS ENTRE ESPÈCES DIFFÉRENTES. — Nous devons nous demander maintenant quelles seront les modifications imprimées à l'être procréé qui dérivera non plus cette fois du croisement entre individus de races différentes, mais entre individus de même espèce. Faisons remarquer tout d'abord que les rapprochements spontanés, en dehors des efforts de l'homme, entre animaux d'espèces différentes, sont rares, et ne se font guère que quand ces animaux sont habitués à vivre l'un avec l'autre. Au Muséum, un lion et un tigre se sont accouplés ; des rapprochements entre chats et chiens ont été vus quelquefois. Buffon parle de l'amour violent qu'un chien avait conçu pour une truie ; il parle aussi des amours d'un taureau avec la jument d'un meunier. Réaumur a signalé les amours plus étranges d'une poule et d'un lapin ; il signale aussi le fait d'une cane qui se prostituait avec tous les coqs de l'endroit. Des personnes dignes de foi m'ont dit avoir assisté, à plusieurs reprises, à des essais de rapprochement entre une cane et un chien. Mais tous ces exemples peuvent être considérés comme de grandes exceptions.

Avant d'aller plus loin, nous devons définir deux expressions indispensables à connaître, celles de métis et d'hybride. Ces deux mots sont gé-

néralement employés avec la même signification; cependant on réserve plus spécialement le nom de métis au produit fourni par le croisement d'animaux de la même espèce; le mot d'hybride, au produit fourni par le croisement d'animaux d'espèces différentes.

Les exemples d'hybrides sont assez rares, mais ils sont aujourd'hui hors de doute. Chez les oiseaux, on connaît des hybrides de l'oie cendrée et du canard musqué, du cygne sauvage et de l'oie domestique, du faisan et de la poule, de la poule et de la pintade, de la pintade et du paon; ces hybrides peuvent être féconds entre eux, mais en général les œufs qu'ils produisent sont clairs.

Chez les mammifères, l'âne produit avec la jument le mulet, le cheval avec l'ânesse le bardeau. Le mulet et le bardeau sont généralement stériles; quand par hasard ils se reproduisent, la fécondité ne va guère au delà de la troisième génération.

En Angleterre on a vu un exemple d'une jument qui avait été fécondée par un hybride d'âne et de zébrine.

On a dit que l'union du bison avec la vache avait donné des individus indéfiniment féconds entre eux. Mais Morton et Pott ont reconnu que la fécondité ne réapparaissait qu'après un nouveau croisement avec le taureau domestique.

Sous les soins de Is. Geoffroy Saint-Hilaire, un hybride mâle a été obtenu de l'ânesse et de l'hémione, et cet hybride a fécondé des hémiones et des hémionesses.

Le loup a été fécondé par le chien. Dans une expérience de Spontin Beaufort, poursuivie par Buffon, une louve unie à un chien braque devint le point de départ de quatre générations de loups lycoons (hybrides de la louve et du chien). L'expérience n'a pas été continuée après la mort de Buffon.

La fécondation des hybrides, appelés chabins, provenant du croisement du bouc et de la brebis, a été obtenue au Chili, où l'on recherche ce croisement pour la bonté de la toison.

Enfin, M. Roux d'Angoulême est parvenu à croiser le lièvre et le lapin et à avoir des hybrides qu'il appelle léporides; ces hybrides sont féconds, qu'ils soient croisés entre eux ou avec l'espèce paternelle ou maternelle.

Le fait de l'hybridité est donc un fait bien acquis; mais remarquons que dans tous les cas que nous venons de citer, l'accouplement, au lieu de se faire spontanément et sans répugnance, ne se fait, que grâce à la patience et à l'intelligence de l'homme; c'est par supercherie que l'homme parvient à rapprocher le cheval de l'ânesse, en bandant les yeux au premier. C'est à force de soins, de précautions de tout genre que l'on a pu entretenir la familiarité du chien et du loup, et, dans les expériences de M. Roux, il a fallu une patience extrême pour arriver à faire cohabiter le lièvre et le lapin.

Cuvier avait donc raison de dire « que la nature a soin d'empêcher l'altération des espèces qui pourrait résulter de leur mélange par l'aver-

sion naturelle qu'elle leur a donnée ; il faut toutes les ruses, toute la puissance de l'homme pour faire contracter ces unions, même aux espèces qui se ressemblent le plus. » La fécondation entre espèces différentes est donc, en quelque sorte, une déviation des lois naturelles imposée par l'esprit inventif de l'homme.

Quelques auteurs ont pensé que les hybrides différaient des métis en ce que, chez les premiers, les caractères du père et de la mère tendraient à se fusionner, tandis que, chez les seconds, ils tendraient à l'unilatéralité, c'est-à-dire que les hybrides posséderaient des caractères mixtes à ceux du père et de la mère, les métis ressembleraient soit au père, soit à la mère. Mais les zoologistes sont aujourd'hui tous à peu près d'accord sur le peu de valeur de cette distinction, l'ensemble des faits ne paraissant pas propre à confirmer cette règle générale. Qu'il s'agisse d'un métissage ou d'une hybridation chez les animaux, la même espèce fournit souvent des faits manifestement contradictoires.

DES VARIATIONS CHEZ LES DIVERS GROUPES HUMAINS COMPARÉES AUX VARIATIONS CHEZ LES DIVERSES RACES ANIMALES. — Voyons maintenant quelle peut être l'étendue, chez l'homme, des variations imprimées par le milieu et par les croisements ; voyons en même temps si ces variations sont tellement grandes, que l'on doive rattacher les divers groupes humains à des espèces différentes, issues de souches multiples.

Un des caractères qui, pour les polygénistes, milite en faveur de la pluralité, c'est la différence de coloration que l'homme peut présenter ; les types auxquels on le rattache sont le type blanc, le type noir et le type jaune. Remarquons tout d'abord que les caractères qui, sous l'influence du milieu, varient le plus, sont ceux qui appartiennent à la coloration. Ainsi on trouve des poules de toutes les couleurs : chez la poule de Cochinchine, la peau du corps est jaunâtre ; elle est blanche dans la poule gauloise, noire dans la poule nègre, que l'on rencontre en Asie, en Afrique. Chez cette dernière, la couleur noire n'est point seulement limitée à la surface extérieure du corps, elle envahit encore les membranes muqueuses, le périoste et les gaines musculaires. Il suffit de jeter un regard sur les races de chiens, de chevaux, de vaches, etc., pour reconnaître que ces variétés de couleur se font dans des limites bien plus larges chez les animaux que chez l'homme. Remarquons ensuite que, chez un individu donné, et sans que cet individu change de milieu, on peut voir apparaître des teintes diverses de la peau : ainsi, on a vu des nègres prendre la coloration blanche, et des blancs prendre la coloration noire ; la peau du blanc tend à devenir noire dans certaines parties, au scrotum, chez l'homme, à l'auréole du mamelon, chez la femme ; la peau exposée à la radiation solaire se colore facilement, de même la peau de certaines femmes enceintes. Chez un même individu, la coloration de la peau peut donc se modifier suivant un certain nombre de circonstances ; on peut par conséquent dire qu'elle n'est pas un caractère qui puisse être invoqué pour distinguer une espèce d'une autre.

La coloration noire est due à l'abondance plus ou moins considérable des granulations pigmentaires dans les cellules les plus profondes du corps muqueux de Malpighi, sans que le derme présentât jamais, quelle que soit l'intensité de la coloration, d'autres changements dans sa constitution ; une simple modification du travail nutritif dans les couches superficielles de la peau est la cause de ces variations dans la coloration. De toutes les influences qui agissent le plus sur cette modification de nutrition, c'est, sans contredit, le milieu ; rien d'étonnant donc que le noir, dans nos climats, tende à perdre une partie de sa coloration, et le blanc, dans les climats chauds, tende à prendre la coloration du noir. M. Pruner-bey, d'après une note remise à M. de Quatrefages, a vu son teint se bronzer, ses cheveux se foncer et devenir bouclés, de clairs et lisses qu'ils étaient primitivement, à la suite seulement d'un séjour de trois mois à Tchama, en Arabie. Langsdorf a trouvé à Noukahiva un matelot anglais que plusieurs années de séjour dans cette île avaient rendu extrêmement semblable aux Polynésiens. On pourrait citer beaucoup d'autres exemples de ce genre, dans lesquels l'influence du milieu sur la coloration de la peau est incontestable.

La coloration de l'iris, la nature des cheveux, ne doivent pas être davantage considérées comme des caractères spécifiques de l'espèce, car, dans chaque race, ont voit des iris ayant toutes les colorations possibles et des cheveux ayant des caractères bien différents au point de vue de la couleur, de la forme, de l'épaisseur.

Si maintenant nous comparons les différences de taille que peuvent présenter les animaux de même espèce, et, si nous mettons en regard de ces résultats les différences de taille dans les divers groupes humains, il sera facile de voir que, sous ce rapport encore, l'homme n'atteint pas l'étendue des variations que peuvent présenter les animaux.

Dans les tableaux qu'a dressés à ce sujet Is. Geoffroy Saint-Hilaire, on trouve que le chien de montagne est quatre fois plus long que le petit épagneul. Chez les moutons, la différence est de 1 à 3. Chez les chevaux, il y en a qui ont en hauteur $1^m,80$ au garrot, d'autres n'ont que $0^m,76$; ceux-ci sont moins grands que certains chiens. Chez l'homme, Alcide d'Orbigny a signalé chez les Patagoniens, race qui possède la taille la plus élevée, que le plus grand qu'il avait rencontré avait $1^m,915$. La moyenne des hommes de cette race était $1^m,73$. Caput Brooke, d'autre part, a trouvé chez les Lapons, appartenant à la race dont la taille est la plus petite, que la taille moyenne était $1^m,52$ à $1^m,67$. Les Boschimans, plus petits que les Lapons, auraient, d'après Baroow, une taille qui serait de $1^m,31$. Il résulte de ces faits que la limite de la taille est trois ou quatre fois moins étendue chez l'homme que chez les animaux.

L'examen des proportions relatives des membres conduit à des conclusions semblables. Jamais, chez l'homme, on ne trouve dans ces proportions relatives des distances aussi considérables que chez les animaux. La longueur plus grande de l'avant-bras, chez le nègre, par rapport au blanc,

est une différence qui n'égale pas celle du chien lévrier et du chien basset, celle de nos moutons ordinaires et du mouton-loutre ou à petites pattes. Du reste, la prédominance de la longueur des membres supérieurs sur les inférieurs, chez le blanc, n'est pas extrêmement rare.

Si nous passons maintenant aux différences organiques, nous trouvons des variations considérables chez les animaux, d'abord au point de vue des pièces de la colonne vertébrale. D'après Godron, chez le cochon, on trouverait de treize à quinze vertèbres dorsales, de quatre à six vertèbres lombaires et sacrées; d'après Eyton, dans la queue du cochon, on compterait de treize à vingt-trois osselets, dans la queue du chien de seize à vingt et une vertèbres. Chez l'homme, au contraire, on ne trouve le nombre des vertèbres augmenté ou diminué que dans de très-rares exceptions. A supposer qu'il existe des hommes à queue, et le fait a été signalé chez les Niams-Niams, peuplades anthropophages nègres, il faudrait voir là les effets d'une hérédité analogue à celle que nous avons signalée plus haut pour la création de chiens pentadactyles, de bœufs sans cornes, etc.

Le crâne présente des différences infiniment plus nombreuses dans les races animales que chez les divers hommes. Comme l'ont fait remarquer Daubenton, Blumenbach, les caractères de la tête du sanglier et ceux du cochon varient bien plus que les caractères du blanc et du nègre. Comme Prichard l'a fait voir, les différences ne sont pas moins tranchées quand on examine, d'une part des têtes de blanc et de noir, d'autre part des têtes de chiens, de dogues, de barbets, de lévriers. Chez l'homme, rien ne frappera celui qui ne s'occupe pas d'anthropologie, si ce n'est le prognathisme, c'est-à-dire la projection des mâchoires et des dents en avant. Chez les chiens, on verra au contraire au premier coup d'œil que la forme et les proportions de la tête varient considérablement.

Si nous examinions les distances qui séparent les animaux de même race au point de vue de la fécondité, des facultés intellectuelles et instinctives, et, si nous examinions comparativement les différences de même ordre dans l'espèce humaine, nous verrions encore que, sous tous ces rapports, les races animales s'éloignent infiniment plus les unes des autres que les races humaines, et que les modifications imprimées à l'espèce sont toujours plus accentuées chez les premières que chez les secondes. Le fait est facile à comprendre; l'homme n'est pas moins modifiable que l'animal, seulement il lutte contre les influences extérieures avec infiniment plus de puissance, par cela même que son intelligence lui vient en aide; il sait s'abriter contre les températures rigoureuses, chaudes ou froides, en se bâtissant des demeures appropriées, ou en se couvrant de vêtements en rapport avec l'intensité de la température; il sait choisir avec discernement les plantes et les animaux qui conviennent le mieux à son alimentation, il leur fait subir les préparations culinaires les plus convenables pour son entretien, etc. Il doit par conséquent subir d'une façon moins intense le contre-coup des actions du milieu.

Il est encore une cause importante qui s'oppose en quelque sorte à l'ap-

parition de modifications chez les groupes humains ; nous voulons parler de l'absence de sélection. Si l'homme choisissait avec discernement la femme avec laquelle il s'unit, afin d'améliorer sa race, les différences dans l'espèce humaine deviendraient plus tranchées. La sélection cependant a été tentée quelquefois et avec succès. Frédéric Guillaume et Frédéric II, rapporte M. de Quatrefages, avaient la même passion pour les hommes de haute taille, et, de gré ou de force, ils mariaient souvent les géants de leur garde avec les plus grandes filles que le hasard plaçait sur leur chemin. Grâce à cette sélection, il paraît qu'à cette époque et longtemps après encore, la population des environs de Potsdam, surtout les femmes, présentaient une taille très-sensiblement supérieure à celle des habitants de toutes les contrées voisines.

Après avoir examiné les modifications que l'homme subit sous l'influence du milieu, et montré que ces modifications sont relativement moindres que celles qui se réalisent chez les animaux dans les mêmes conditions, nous pouvons regarder comme probable que l'homme fait partie d'une seule et même famille, issue d'une souche unique. Mais, pour avoir à ce sujet une conviction, il nous reste à rechercher si, dans les croisements des groupes humains, on retrouve les caractères du métissage et non ceux de l'hybridation.

Nous avons vu que les unions entre espèces différentes ne se réalisaient que dans des conditions exceptionnelles, soit en entretenant pendant longtemps la familiarité des deux espèces que l'on veut accoupler, soit par quelque supercherie. Les divers groupes humains sont-ils aussi réfractaires à la cohabitation ? Non, car le noir et le blanc s'unissent entre eux facilement. Partout où ils sont en contact on voit naître et se développer une population mulâtre.

Nous avons vu qu'on ne pouvait se fonder ni sur le fusionnement, ni sur l'unitéralité des caractères du père et de la mère pour distinguer les hybrides des métis ; que dans l'un et l'autre cas les caractères pouvaient être mixtes ou reproduire seulement ceux d'un parent. Les produits de croisements humains, du nègre et du blanc en particulier, se rapportent de même à ces deux ordres de faits. Ainsi, la couleur est habituellement d'une teinte moyenne chez les mulâtres, mais il y a de nombreuses observations de mariages mixtes qui ont produit des fils de couleur tantôt claire, tantôt foncée, semblables en tout à de vrais blancs, à de vrais nègres. On a vu quelquefois deux frères jumeaux posséder, l'un la couleur et les cheveux du nègre, l'autre la couleur et les cheveux du blanc. Quelquefois même les teintes se sont juxtaposées, la moitié inférieure du corps était noire, la moitié supérieure blanche ; quelquefois aussi le sujet était presque entièrement blanc et ne portait qu'une tache noire plus ou moins étendue sur un point quelconque du corps. L'examen des produits de l'union du blanc et du noir ne milite par conséquent ni pour ni contre l'unité de l'espèce humaine.

Nous savons enfin que la fécondité, chez les métis, est pour ainsi dire

indéfinie; chez les hybrides, cette fécondité est des plus limitées, à de rares exceptions près, qui se rapportent à certains cas où l'homme surveille et favorise les croisements d'une certaine façon. Or, dans l'Amérique méridionale, trois groupes humains se sont rencontrés, le blanc, le noir, le rouge ; les unions ont été partout fécondes, quel que soit le mélange qui s'est effectué. Aussi, aujourd'hui, c'est par degrés pour ainsi dire qu'on passe d'une race à l'autre, et les populations ont dû créer une série d'expressions, quinze ou vingt, pour cette multitude de teintes intermédiaires aux teintes des trois races primitives; encore, au dire des anthropologistes, ce vocabulaire est-il fort incomplet.

Ainsi donc, limites des variations moins étendues dans les groupes humains que chez les animaux de même espèce, entraînement facile à la cohabitation entre groupes humains différents, comme entre animaux de même espèce et de races différentes, fécondité indéfinie comme dans les races animales, tels sont les caractères qui plaident en faveur de l'unité de l'espèce humaine. Et, comme le dit M. de Quatrefages, pour soutenir qu'il existe plusieurs espèces d'hommes, il faudrait admettre que les espèces humaines sont régies par une physiologie à part, étrangère à la physiologie des autres êtres de la création, surtout en ce qui regarde les phénomènes de la reproduction, c'est-à-dire dans ceux où tout concourt à démontrer une idée fondamentale.

Index bibliographique (Influence du milieu sur les variations des espèces). — A. DE QUATREFAGES, *De l'unité de l'espèce humaine.* Paris, 1861. — IDEM, *Cours d'anthropologie*, publié dans le *Journal la Science*, par M. DELABORDE, année 1856. — LINNÉ, *Systema naturæ*. — BUFFON, *Époques de la nature*, t. V, 1778. — IDEM, *Histoire nat. de Buffon*, t. V, VI, IX, XIV. — *Étude sur la vie, les ouvrages, les doctrines de Buffon*, par GEOFFROY SAINT-HILAIRE, en tête de l'édition de BUFFON, dite BUFFON SAINT-HILAIRE. Paris, in-8, 1838. — IDEM, *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, t. II, 1836. — IDEM, *Histoire des travaux et des idées de Buffon*, par Flourens. Paris, in-12, 1844. — CUVIER, *Tableau élémentaire de l'histoire naturelle.* Paris, in-8, 1798. — IDEM, *Règne animal*, t. I, 1re et 2e édition, 1817-1829. — IDEM, *Ossements fossiles, Discours préliminaires sur les révolutions du globe*, in-4, de 1281. — BRIEFE an C. H. PFAFF, in-8, 1845, traduction française par M. MARCHANT. Paris, in-12, 1858. — LAMARCK, *Discours d'ouverture du cours de* 1806. Paris, in-8. — IDEM, *Histoire des animaux sans vertèbres*, t. I, introduction, 1re édition, 1815. — IDEM, *Système des compositions*. Paris, in-8, 1820. — CH. DARWIN, *De l'origine des espèces par sélection naturelle, ou des lois de transformation des êtres organisés*, traduit en français par CLÉMENCE ROYER. Paris, 1866. — P. BROCA, *Mémoires sur l'hybridité en général, sur la distinction des espèces animales et sur les métis obtenus par le croisement du lièvre et du lapin* (*Journal de la physiologie de l'homme et des animaux*, par E. BROWN-SÉQUARD, t. I, année 1858.) — IS. GEOFFROY SAINT-HILAIRE, *Histoire naturelle générale des règnes organiques principalement étudiés chez l'homme et les animaux*. Paris, 1859.

DES FONCTIONS.

Sous le nom de *propriétés élémentaires*, nous avons étudié l'activité propre des éléments anatomiques; mais ces éléments ne sont point isolés dans l'organisme, ils s'unissent entre eux, soit qu'ils se placent parallèlement les uns aux autres, soit qu'ils s'enchevêtrent de mille façons diverses, de telle sorte cependant qu'une espèce prédomine sur les autres, et à cet état ils constituent les tissus. Chaque tissu a, par conséquent, une activité spéciale qui, naturellement, est la résultante des diverses activités des parties élémentaires qui les forment : cette activité est appelée propriété de tissu. Les tissus eux-mêmes s'unissent entre eux, se pénètrent mutuellement, et par leur assemblage constituent des parties de configuration très-variée, des organes. La propriété des organes, c'est-à-dire leur usage, est par conséquent aussi la résultante de toutes les activités mises en jeu dans les tissus dont ils sont composés. Enfin, les organes, quoique en général distincts les uns des autres, ne sont point isolés, ils sont reliés entre eux de manière à représenter un certain nombre de groupes qui, envisagés isolément, représentent des appareils. Le mode d'activité des appareils, c'est-à-dire la fonction, est, lui encore, la résultante de toutes les activités des organes qui entrent dans leur constitution.

Toutes ces activités représentent, par conséquent, une sorte d'échelle dont l'échelon inférieur serait la propriété élémentaire, l'échelon supérieur, la fonction, et les échelons intermédiaires, la propriété de tissu et la propriété d'organes. Il semble donc que, pour acquérir des connaissances complètes sur la vie, il faille aller du simple au composé, c'est-à-dire monter degré par degré l'échelle des activités organiques. Nous reconnaissons qu'une telle marche est la plus rationnelle, la plus méthodique, la plus certaine pour arriver à son but. Mais nous lui trouvons quelques inconvénients : en premier lieu, celui de nécessiter des répétitions incessantes; en second lieu, de multiplier les chapitres à l'infini; en troisième lieu, enfin, celui de rendre des plus difficiles les recherches du lecteur.

Les propriétés élémentaires étant, en quelque sorte, la base fondamentale de toutes les autres propriétés, ont été de notre part l'objet d'une étude séparée, mais nous croyons qu'il y a un avantage réel de rallier aux fonctions, ainsi que l'ont fait un certain nombre d'auteurs, les propriétés des tissus, les usages des organes. De cette manière on peut réunir en faisceaux les notions les plus contingentes, et par cela même on s'expose moins à des répétitions. Nous disons moins, car, quelle que soit la manière dont on étudie les phénomènes biologiques, les

répétitions sont pour ainsi dire forcées. La plupart de ces phénomènes sont tellement solidaires, tellement unis étroitement les uns aux autres, qu'il est fort difficile et même impossible de ne pas reparler de quelques-uns un certain nombre de fois dans des chapitres souvent fort différents quant au titre.

Il résulte de ce que nous avons dit, il y a un instant, que la fonction, série d'actes qui concourent à un même résultat, est inhérente à l'appareil, comme la propriété élémentaire, la propriété de tissu, la propriété de l'organe sont inhérentes à l'élément anatomique, au tissu, à l'organe. C'est pour n'avoir pas eu égard à cette considération, que la plupart des auteurs ont rangé parmi les fonctions de simples activités de la substance organisée, se rattachant à des propriétés élémentaires. Ainsi l'absorption, la nutrition, que nous allons rencontrer dans les classifications des fonctions les plus généralement admises, ne sont point des fonctions, par cela même qu'elles n'ont point d'appareils qui leur soient propres, ce sont des propriétés immanentes aux éléments anatomiques de toutes les parties du corps. La sécrétion n'est pas davantage une fonction, c'est en quelque sorte une modalité de la nutrition, s'exerçant, il est vrai, dans des organes spéciaux, mais non constitués en appareils.

Galien avait divisé les fonctions en vitales, naturelles et animales.

Les fonctions vitales sont celles qui ne peuvent discontinuer sans que la mort arrive promptement (circulation, respiration). Les naturelles sont celles qui peuvent être supprimées pendant un temps plus ou moins long sans dommage pour l'animal (génération, digestion, action musculaire).

Vers 1686, Verheyen admit trois groupes de fonctions : 1° les fonctions animales; 2° les fonctions naturelles, qui représentent les fonctions organiques de nos jours; 3° la génération.

Bichat ne fit en quelque sorte que populariser cette classification si naturelle, et qui est admise encore de nos jours. Il divise les fonctions en celles qui sont relatives à l'individu et en celles qui sont relatives à l'espèce. Celles qui sont relatives à l'individu se subdivisent en celles qui ont pour but l'entretien de la vie, et celles qui servent à mettre l'être en relation avec le monde extérieur. Les premières se rencontrent à la fois chez les animaux et chez les végétaux, et il les appelle fonctions de la vie organique; les secondes ne se rencontrent que chez les animaux, il les appelle fonctions de la vie animale.

Celles qui sont relatives à l'espèce, Bichat les divise : 1° en fonctions relatives au sexe masculin; 2° en fonctions relatives au sexe féminin; 3° en fonctions relatives à l'union des deux sexes et au produit de cette union.

TABLEAU DES FONCTIONS D'APRÈS BICHAT.

- **Fonctions relatives à l'individu.**
  - **Fonctions de la vie animale.....**
    - Sensations.
    - Fonctions cérébrales.
    - Locomotion.
    - Voix.
    - Transmission nerveuse.
  - **Fonctions de la vie organique.....**
    - Digestion.
    - Respiration.
    - Circulation.
    - Exhalations.
    - Absorptions.
    - Sécrétions.
    - Nutrition.
    - Calorification.
- **Fonctions relatives à l'espèce.**
  - Fonctions propres au sexe masculin.
  - Fonctions propres au sexe féminin.
  - Fonctions relatives à l'union des deux sexes et au produit de cette union.

Bérard divisa les fonctions : 1° en fonctions nutritives ou végétatives; 2° en fonctions animales; 3° en fonctions relatives à la conservation de l'espèce.

Les fonctions nutritives ont pour but l'entretien de la vie; elles comprennent la digestion, l'absorption, la circulation, la respiration.

Les fonctions animales mettent les animaux en relation avec le monde extérieur; elles comprennent les fonctions de sensation, de l'entendement moral, d'innervation, des motions, des expressions.

Les fonctions relatives à la conservation de l'espèce comprennent, chez la femme, la formation des ovules, la gestation, l'accouchement et l'allaitement; chez l'homme, la sécrétion, l'excrétion du sperme, la copulation.

M. Ch. Robin rattache sa classification à celle des propriétés organiques élémentaires ou vitales. Il divise les fonctions en deux grandes classes : les fonctions de la vie végétative et les fonctions de la vie animale.

La première classe embrasse toutes les fonctions qui concourent aux actions moléculaires des éléments anatomiques, à leur composition et décomposition, actions moléculaires que l'on rencontre à la fois dans les végétaux et dans les animaux.

Cette classe se divise en deux ordres de fonctions : 1° celles qui ont pour résultat la conservation de l'individu, ou les fonctions de nutrition; 2° celles qui ont pour résultat la conservation de l'espèce, ou les fonctions de reproduction.

Les fonctions de nutrition comprennent les fonctions de digestion, d'urination, de respiration, de circulation.

Les fonctions de reproduction comprennent la fonction spermatique et la fonction ovarique.

Les fonctions de la vie animale embrassent les fonctions propres aux animaux seulement. Elles se divisent en fonctions de la vie de relation, et en fonctions de la vie de spéculation.

Les fonctions de la vie de relation, c'est-à-dire celles qui mettent l'animal en relation avec le monde extérieur, s'exécutent ou du dehors au dedans, ou du dedans au dehors. Les premières comprennent la vision, l'audition, l'olfaction, la gustation, le toucher. Les secondes comprennent la locomotion, la phonation.

Les fonctions de la vie de spéculation, appelées aussi fonctions affectives et intellectuelles, comprennent les fonctions d'instinct, d'intelligence, d'activité.

TABLEAU DES FONCTIONS D'APRÈS M. CH. ROBIN.

- **Fonctions**
  - **végétatives**
    - de nutrition, d'où conservation de l'individu.
      - Digestion.
      - Urination.
      - Respiration.
      - Circulation.
    - de reproduction, d'où conservation de l'espèce.
      - Spermatique.
      - Ovarique.
  - **animales**
    - de relation
      - du dehors au dedans
        - Vision.
        - Audition.
        - Olfaction.
        - Gustation.
        - Toucher.
      - du dedans au dehors.
        - Locomotion.
        - Phonation.
    - spéculatives .....
      - Instincts.
      - Intelligence.
      - Activité.

Admettant qu'une fonction est caractérisée par un résultat dérivant d'une série d'actes qui se passent dans un même appareil, nous pensons que la meilleure base dans la classification des fonctions doit être celle qui repose sur la présence de celui-ci. C'est pour cette raison que nous croyons que la classification de M. Robin, qui remplit cette condition, est préférable à toute autre. Nous pensons toutefois qu'elle peut être simplifiée au moins pour ce qui regarde les fonctions se rapportant aux actes nerveux.

Nous admettrons les trois grandes classes de fonctions généralement acceptées, les fonctions de reproduction, de nutrition, de relation.

Les fonctions de reproduction comprennent la fonction ovarique et la fonction testiculaire. Ces deux fonctions embrassent une série d'actes dont le résultat est la création d'êtres nouveaux semblables à ceux dont ils dérivent. Deux appareils sont destinés à cette fonction. L'un, propre au mâle, l'appareil sexuel mâle, est représenté par le testicule, le canal déférent, les vésicules séminales, le canal de l'urèthre, les muscles qui l'entourent, et les nombreuses glandes qui s'ouvrent dans son intérieur, enfin le pénis. L'autre, propre à la femelle, l'appareil sexuel femelle, est représenté par l'ovaire, les trompes, l'utérus, la vagin, la vulve.

Les fonctions de relation, c'est-à-dire celles qui permettent à l'homme de se mettre en relation avec le monde extérieur, comprennent six fonctions : la fonction de locomotion, la fonction de phonation, la fonction d'expression, celles des sensations, de transmission du mouvement volontaire, enfin de l'entendement moral, ces trois dernières pouvant être réunies sous le nom de fonctions d'innervation.

1° La fonction de locomotion met l'homme et les animaux en rapport avec l'extérieur par le mouvement imprimé à la charpente de leur corps. Elle a pour appareil une série d'organes, d'espèces différentes, tous en connexion les uns avec les autres, de manière à représenter un ensemble nettement distinct des autres appareils de l'organisme. Ces organes sont tous les os du squelette, les articulations qui les unissent et qui facilitent leur glissement, les muscles de la vie animale qui se portent d'un os à un autre, et qui, en se contractant, opèrent le déplacement de ceux-ci.

2° La fonction de phonation nous met en rapport avec le monde extérieur par la voix. L'appareil de la phonation est en quelque sorte un appareil d'emprunt fait à l'appareil respiratoire. Il est constitué par le larynx, organe faisant suite à la trachée-artère, et composé de pièces cartilagineuses mobiles les unes sur les autres, de muscles qui opèrent le déplacement de ces pièces, de ligaments élastiques susceptibles d'entrer en vibration et de produire la voix sous l'influence de la colonne d'air expiré, alors qu'ils sont soumis à une certaine tension de la part de l'action musculaire.

3° La fonction d'expression, propre à l'homme, le met en relation avec son semblable en lui permettant de refléter pour ainsi dire en dehors de lui les sentiments qu'il éprouve. L'appareil de cette fonction est représenté par une série de muscles étalés sur les divers os de la face, et en rapport intime avec la peau qui la recouvre.

4° Sous le nom de fonctions d'innervation nous réunissons trois fonctions qui nous mettent en rapport avec l'extérieur par l'intermédiaire de l'appareil nerveux. La première, la fonction des sensations, nous permet de prendre connaissance des modifications qui s'opèrent à la surface de l'organisme, et nous renseigne sur les qualités et la nature des agents extérieurs qui viennent le frapper. La seconde, la fonction de transmission du mouvement volontaire, permet de transmettre aux muscles qui desservent la fonction de la locomotion le principe de leurs mouvements; enfin la troisième, la fonction d'entendement moral, comprend une série d'actes par lesquels l'homme et les animaux élaborent les impressions qui leur sont transmises, comparent, jugent ces impressions, les gravent enfin plus ou moins dans leur mémoire. L'appareil nerveux est représenté par le cerveau, le cervelet, la moelle allongée, la moelle épinière, les racines médullaires et crâniennes, les troncs nerveux, les expansions périphériques de ces troncs, et les organes externes dans lesquels ces expansions s'étalent, c'est-à-dire la peau, la muqueuse

buccale, la muqueuse linguale, la muqueuse pituitaire, l'œil, l'oreille.

Les fonctions de nutrition, c'est-à-dire celles qui servent à l'entretien de la vie, comprennent les fonctions de digestion, de circulation, de respiration :

1° La fonction de digestion a pour résultat de faire subir aux aliments des mutations qui les rendent propres à être absorbés et à être assimilés. L'appareil de la digestion est représenté par un long tube muni dans son trajet de dilatations et de rétrécissements, et communiquant avec de nombreuses glandes placées, soit dans son épaisseur, soit en dehors de lui.

2° La fonction de circulation consiste dans une série d'actes qui concourent à imprimer au sang un mouvement circulaire à travers toute l'économie. L'appareil de la circulation se compose des artères, les unes à sang rouge (aorte et ses divisions), les autres à sang noir (artère pulmonaire et ses divisions) ; des capillaires généraux et pulmonaires ; des veines, les unes à sang noir (veines caves et leurs divisions), les autres à sang rouge (veines pulmonaires et leurs divisions) ; enfin, du cœur, muscle creux et cloisonné, destiné à lancer le sang dans tout l'appareil, et communiquant avec les veines caves et l'artère pulmonaire par les cavités droites, avec l'aorte et les veines pulmonaires par les cavités gauches.

3° La fonction de respiration a pour résultat l'introduction dans l'économie de l'oxygène puisé dans l'atmosphère et l'expulsion de l'acide carbonique et de l'eau. Cette fonction a pour appareil : le poumon, organe composé d'un nombre immense de cellules, dans les parois desquelles circule le sang noir qui vient du cœur droit, et qui, au contact de l'air, se transforme en sang rouge ; les bronches, la trachée et le larynx, conduits destinés au passage des gaz provenant de dehors ou des gaz du sang échappés des vaisseaux du poumon ; enfin une sorte de cage osseuse, dont les pièces sont mises en mouvement par des contractions musculaires et qui assurent l'entrée et la sortie alternatives de l'air.

4° La fonction d'urination consiste dans l'expulsion hors de l'économie, sous forme d'urine, de l'eau et des matières solides en dissolution qui ont servi à la nutrition et sont devenues inutiles. L'appareil de l'urination est représenté par les reins, l'uretère, la vessie et l'urèthre.

- **Fonctions**
  - 1° de reproduction.
    - Fonction testiculaire.
    - Fonction ovarique.
  - 2° de relation.....
    - Locomotion.
    - Phonation,
    - Expression.
    - Fonctions d'innervation.
      - Sensation.
      - Transmission du mouvement volontaire.
      - Entendement moral.
  - 3° de nutrition....
    - Digestion.
    - Circulation.
    - Respiration.
    - Urination.

Nous prendrons les fonctions dans l'ordre où nous venons de les énumérer, c'est-à-dire que nous commencerons par les fonctions de reproduction, après quoi nous étudierons celles de relation, et nous terminerons par les fonctions de nutrition. Nous n'insisterons pas sur les motifs qui nous décident à adopter cette marche, nous nous contenterons de dire qu'il nous paraît plus naturel de commencer par les fonctions qui nous font connaître l'origine et le développement de l'homme et des animaux, au lieu de terminer par elles, comme on le fait généralement, après qu'on a étudié les phénomènes qui se passent chez ceux-ci pendant toute la durée de leur vie ; et, en faisant suivre les fonctions de reproduction par les fonctions de relation, nous avons égard surtout à l'utilité qu'il y a, pour celui qui débute dans ses études physiologiques, de bien connaître les actions musculaires et nerveuses, sans lesquelles, en physiologie, on ne peut véritablement faire un seul pas.

Index bibliographique (Fonctions). — GALIEN, *De usu partium*, *Opera*, ed. Kuhn, 22 vol. in-8. Lips., 1821-33, vol. III, IV. — VERHEYEN, *Supplementum anatomicum, sive anatomiæ corporis humani liber secundus*, in-4. Bruxelles, 1710. — BICHAT, *Anatomie générale*. Paris, 1801, 1 volume. — P. BÉRARD, *Cours de physiologie fait à la Faculté de médecine de Paris*, 1848, 1 volume. — CH. ROBIN, *Éléments de physiologie de l'homme et des principaux vertébrés*, par le docteur Béraud, revus par M. Ch. Robin, 1856, t. II.

REPRODUCTION

Tout être organisé se multiplie en empruntant à son semblable les matériaux de son développement. Chez la plupart des animaux, l'intervention des deux sexes est indispensable pour les phénomènes de reproduction, le mâle et la femelle fournissent chacun leur contingent de substance pour la création d'un être nouveau. Mais chez certains placés au pied de l'échelle zoologique, les sexes n'existent plus ; ces animaux se multiplient, soit en se divisant en un certain nombre de parties, soit en produisant à la surface de leur corps des bourgeons, qui, au bout d'un certain temps, abandonnent leur support, possédant bientôt une organisation en tout semblable à celle de l'animal duquel ils dérivent. Ces divers modes de reproduction, dénommés reproduction par œufs, par scissiparité, par gemmiparité, ne s'excluent pas cependant l'un l'autre : ainsi, il est des espèces qui se développent par œufs et par scissiparité, les vorticelles par exemple ; d'autres se développent par œufs et par bourgeons, telles que les syllis; d'autres enfin se multiplient par gemmation et scission, comme les polypes.

Avant d'étudier chacun de ces modes, nous devons nous demander, si, parmi les êtres qui couvrent la surface du globe, il en est qui, ne se rattachant en rien à des individus qui leur ressemblent, tirent leur origine de corps d'une autre nature que les corps à l'état de vie.

GÉNÉRATION SPONTANÉE.

L'impossibilité dans laquelle on s'est trouvé presque de tout temps pour expliquer l'apparition d'animaux sans pouvoir découvrir le concours d'êtres vivants, a donné lieu à une théorie dite théorie de la génération spontanée (synonymie : hétérogénie, génération agénétique).

Dans cette théorie, ce n'est pas aux dépens de la matière vivante qu'est due la production d'organismes vivants; c'est aux dépens de la matière organique morte, décomposée, qu'un nouvel être va se créer de toutes pièces. Si les eaux croupissantes sont remplies d'animalcules, si les infusions faites avec des substances animales ou végétales deviennent, au contact de l'air et de la lumière, un petit monde d'êtres microscopiques; si des entozoaires naissent dans le corps de l'homme et des animaux, ce sont là des résultats en quelque sorte fortuits dus à l'agrégation de molé-

cules qui, en s'agençant entre elles avec la plus admirable régularité, donnent naissance à des corps possédant une structure et des propriétés qui les font entrer dans la grande série des êtres vivants.

Grâce aux progrès récents de la méthode expérimentale, cette théorie aujourd'hui n'a plus sa raison d'être; la génération par œufs des vers, des poux, des acarus, des mouches, n'est plus niable pour personne, et le retranchement le plus important qui, aujourd'hui, sert de refuge aux spontéparistes, est le mode de génération de ce que l'on appelle les proto-organismes, c'est-à-dire des animalcules et des végétaux d'une petitesse extrême, tels que des infusoires, des mycodermes, des globules de ferment. Il nous sera facile de démontrer que ces proto-organismes ne sont point soumis dans leur génération à des lois différentes de celles qui régissent l'universalité des êtres.

Pour décider si les infusoires qui se développent au sein des liquides contenant en dissolution des matières organiques décomposées provenaient des principes qui entrent dans la constitution de ces matières, il fallait se mettre dans des conditions expérimentales telles, qu'aucun germe préorganisé ne puisse arriver du dehors. Spallanzani, le premier, entra dans cette voie; il chercha à détruire tout ce qui pouvait vivre dans les infusions, en soumettant celles-ci à une température élevée; après quoi il mit ces liquides à l'abri du contact de l'air en les plaçant dans des tubes hermétiquement fermés, ou bouchés seulement avec du coton. Et, dans ces expériences, il reconnut que la production des infusoires était d'autant moindre, que le contact des liquides avec l'air extérieur était mieux intercepté. Quoiqu'il n'ait pu arriver à empêcher complétement l'apparition de quelques infusoires, cet auteur en conclut néanmoins que ces animalcules naissent de germes provenant du dehors et qui se sont déposés dans les infusions.

En 1836, Schultze eut l'idée de détruire toute production organique que contiendrait une portion limitée d'air, en faisant passer celui-ci à travers de l'acide sulfurique avant d'arriver au contact des liquides en expérience. Il mit dans un flacon de l'eau distillée avec des substances végétales et animales. Le bouchon était muni de deux tubes à analyse munis de deux boules. Celles de l'un des tubes étaient pleines d'acide sulfurique concentré, celles de l'autre contenaient une solution de potasse. Le contenu du bocal fut porté à l'ébullition. Ceci fait, chaque jour pendant deux mois on aspirait par l'un des tubes l'air du flacon, lequel était remplacé par l'air de l'appartement, qui se lavait dans l'acide sulfurique. Ce flacon était sur une fenêtre bien éclairée, à côté de lui était un autre vase qui contenait les mêmes substances et dont l'intérieur communiquait librement avec l'air extérieur. Tous les jours on examinait le contenu de l'un et de l'autre. Dans le dernier flacon il se développa des vibrions, des monades, des polygastriques et des rotateurs; dans le bocal fermé il ne se forma ni infusoires, ni conferves, ni moisissures. Après deux mois écoulés, on déboucha ce dernier, et alors il s'y développa les mêmes

infusoires qui s'étaient montrés dans le flacon qui avait été laissé ouvert. Cette expérience semblait donc prouver que des germes passant de l'air extérieur sur l'acide sulfurique avaient perdu la propriété de se développer. Mais on objecta que l'air qui avait passé sur l'acide sulfurique pouvait bien avoir perdu par son contact avec cet acide les propriétés qui lui étaient nécessaires pour favoriser le développement des infusoires. C'est alors que Schwann imagina de soumettre l'air à l'action de la chaleur rouge avant de le mettre en contact avec le liquide de l'infusion. Et, dans ses expériences, les matières que celui-ci contenait n'ont point subi de décomposition putride, il n'apparut point non plus d'infusoires.

En 1858, M. Milne Edwards reprit l'expérience de Spallanzani. Il plaça des infusions dans des tubes, les uns, contenant environ les deux tiers d'air, étaient fermés à la lampe, les autres restaient ouverts. Tous ces tubes étaient plongés dans l'eau bouillante, jusqu'à ce que l'équilibre de température fût établi. Après le refroidissement, de nombreux infusoires se développèrent dans les tubes ouverts, aucun n'apparut dans les tubes fermés. Les recherches de MM. Claude Bernard et Dumas faites dans la même direction ne firent que confirmer celles de M. Milne Edwards; toutes prouvèrent que c'était bien l'air qui apportait les principes de la génération des infusoires.

Ces savants trouvèrent un contradicteur dans M. Pouchet. Cet auteur soutint alors que, même en soumettant des matières organiques à une température voisine de celle de l'eau bouillante, et en les mettant complétement à l'abri de l'air non dépouillé de ces corpuscules, les infusoires n'apparaissaient pas moins. Sa principale expérience était la suivante : Il plaçait sur le mercure un flacon rempli d'eau, et faisait passer dans ce flacon un mélange d'oxygène et d'azote dans les proportions voulues pour constituer un air artificiel; puis il introduisait dans le flacon une certaine quantité de foin qui avait été préalablement exposé dans une étuve à la température de 100 degrés, et, au bout de quelques jours, l'eau contenait des *Penicillium glaucum*, des amibes, des trachéliens, des monades.

Mais cette expérience était passible de deux objections. La première, c'est que des germes de l'atmosphère avaient bien pu se déposer sur le mercure avant l'expérience, et éclore dans l'air artificiel introduit dans le flacon. M. Pasteur, en effet, démontrait plus tard la possibilité du fait. La seconde objection, c'est que, sous l'influence de la chaleur à laquelle le foin avait été soumis, un certain nombre de germes avaient bien pu résister à cette élévation de température, et se développer dans le liquide où ils s'étaient déposés. L'expérience suivante, due à M. Gaultier de Claubry, démontra bientôt combien cette objection était fondée. M. Gaultier introduit du blé charançonné dans un vase au travers duquel il fait passer pendant très-longtemps un courant d'air chauffé à 120, 130 degrés, et qui traverse un tube rempli de porcelaine, dans le but de mu'tiplier les surfaces. Au bout de quelque temps, les charançons étaient

morts; mais, après qu'on eut fait arriver dans l'appareil une portion du même air humide, à la température de l'atmosphère, les charançons se montrèrent de nouveau au sein du blé. Les œufs déposés dans l'intérieur des grains que n'avait pas détruits la température à laquelle on avait opéré sont éclos.

Les travaux récents de M. Doyère ont, du reste, fait voir que les rotifères peuvent résister à des températures de 140 à 150 degrés; ces travaux ont été de plus corroborés par M. Gavarret et par une commission de la Société de biologie invitée à se prononcer sur cette question, et dont les membres étaient composés de MM. Balbiani, Brown-Séquard, Dareste, Guillemin, Broca, Robin.

Restait à étudier la répartition dans l'atmosphère de ces germes supposés; c'est ce que fit M. Pasteur. Cet éminent chimiste commença d'abord par s'assurer expérimentalement de la nécessité qu'il y avait pour la génération des proto-organismes que l'air fût en libre contact avec les liquides en expérience. Pour cela il tamisa l'air, en le faisant passer à travers du coton ou de l'amiante, l'infusion qui recevait cet air ne renfermait aucune production organisée; d'autre part, il parvint à semer, pour ainsi dire, presque à volonté, ces germes recueillis sur des filtres dans des liquides, au sein desquels l'éclosion ne tardait pas à s'opérer.

A l'aide d'expériences nombreuses, M. Pasteur a démontré qu'il n'y a pas dans l'atmosphère continuité de la cause des générations dites spontanées. Vingt ballons ont reçu l'air de la campagne, assez loin de toute habitation, au pied d'une montagne du Jura; vingt autres ont été remplis sur l'une des montagnes du Jura, à 850 mètres au-dessus de la mer; enfin une autre série de vingt ballons a été transportée à Montanvert, près de la Mer de glace, à 2000 mètres d'élévation. Des vingt ballons ouverts à la campagne, huit renfermaient des productions organisées; des vingt ballons ouverts sur le Jura, cinq seulement en contenaient; enfin des vingt ballons remplis au Montanvert, par un vent assez fort, soufflant des gorges les plus profondes d'un glacier, un seul en possédait. « En résumé, dit M. Pasteur, nous voyons que l'air ordinaire ne renferme que çà et là, sans aucune continuité, la condition de l'existence première des générations dites spontanées. Ici il y a des germes, à côté il y en a un peu, ou beaucoup, selon les localités; la pluie en diminue le nombre. Pendant l'été, après une série de beaux jours, il y en a considérablement, et là où il y a un grand calme dans l'atmosphère, les germes sont tout à fait absents. »

Si donc des germes sont disséminés dans presque toute l'atmosphère, on comprend que ces germes, issus d'espèces différentes, s'y mélangent de la façon la plus complexe. On comprend pourquoi les mêmes infusoires se retrouvent en Europe, en Afrique, en Amérique, et dans des infusions faites avec des plantes différentes; on comprend pourquoi des infusions faites avec la même plante contiennent généralement des infu-

soires différents; on comprend aussi que là où fortuitement il n'existe pas de germes dans l'air, les infusoires n'apparaissent point.

La science ne devait point en rester là; si ces corpuscules organisés contenus dans l'air sont réellement des germes, des ovules, on devait rencontrer dans les infusoires des organes sexuels qui leur donnent naissance. Ehrenberg avait déjà signalé la présence de ces organes chez certains infusoires, mais on doit surtout à M. Balbiani d'avoir démontré qu'un très-grand nombre d'espèces étaient douées des caractères de la sexualité. Ce fut en 1858 que cet auteur annonça, dans un mémoire présenté à l'Institut, qu'il avait observé des faits qui établissaient d'une manière positive que les infusoires se propagent comme les autres animaux à l'aide de sexes bien caractérisés. Il les représentait comme des hermaphrodites, mais chez lesquels l'acte de la fécondation nécessite néanmoins le concours de deux individus, et il caractérisait le nucléus comme un organe sécréteur du germe ou l'ovaire, et le nucléole comme une glande sexuelle mâle ou testicule. Il faisait connaître en même temps les transformations que ces deux organes rudimentaires éprouvent au temps de la reproduction. Dans un second mémoire, présenté à l'Institut quelque temps après, il étendit ses observations à un plus grand nombre d'espèces d'infusoires, et montrait surtout que le nucléole, que l'on n'avait encore retrouvé que chez un petit nombre, est en réalité presque aussi répandu que le nucléus lui-même. Il faisait voir en même temps qu'à l'époque du rut, le nucléole se remplit de corpuscules qui représentent les filaments spermatiques, tandis que le nucléus, ou l'organe femelle, devenait le siége d'un fractionnement qui partage la masse en un plus ou moins grand nombre de parties, fractionnement qui précède dans beaucoup d'espèces la formation des œufs.

Les infusoires non-seulement sont féconds, mais leur fécondité dépasse même tout ce que l'on pourrait imaginer. D'après les calculs d'Ehrenberg, en mettant en expérience un rotateur, on peut obtenir au dixième jour un million de ces petits êtres, quatre millions au onzième jour, et seize millions le seizième jour. Pour les infusoires dits polygastriques, la progression serait encore plus rapide; car, d'après Ehrenberg, le premier million serait obtenu dès le septième jour, et la multiplication pourrait devenir plus considérable encore, si les circonstances étaient favorables.

Ainsi donc les infusoires se propagent de la même façon que la plupart des autres animaux : un grand nombre d'espèces se reproduisent avec une prolifération sans égale, à l'aide d'œufs; ces œufs, déposés dans les eaux, sont emportés dans l'atmosphère par le fait de l'évaporation ; là ils peuvent se dessécher sans perdre pour cela leur aptitude à se développer; enfin, rencontrant des milieux liquides convenables, ils éclosent et reproduisent les caractères des êtres qui leur ont donné naissance.

La propagation des entozoaires par œufs est une vérité aujourd'hui acquise, grâce aux travaux si remarquables de MM. J. Cloquet, Dujardin, Blanchard et Davaine.

Quoique ce mode de génération soit irrécusable, quelques physiologistes, rares il est vrai, soutiennent cependant que certains faits ne peuvent s'expliquer que par une génération innée. On trouve, disent-ils, des vers dans les fœtus d'animaux; or, ces vers ne peuvent reconnaître aucun parent, à moins d'admettre que les ovules aient été transportés par les voies circulatoires dans le sein du fœtus, ce qui est impossible. Mais ces faits invoqués sont-ils réels? M. Davaine les a contestés avec raison. Trois cas seulement de vers ont été observés chez le fœtus humain, l'un de Kerkring, l'autre de Dolée, l'autre de Brendel, et dans ces trois cas on a omis de mentionner même les caractères de l'espèce. Or, si l'on tient compte des nombreuses erreurs commises touchant les caillots fibrineux, les concrétions de mucus prises pour des vers, on sera tenté de croire avec M. Davaine qu'il s'est glissé là quelque erreur.

Comment, disent d'autres physiologistes, des entozoaires, tels que les filaires des insectes, dépourvus d'appareils sexuels, peuvent-ils se reproduire. Mais les recherches de M. de Siebold ont fait voir que les filaires sont des larves de vers terricoles, appelés *Mermis*. Ces larves ne se développent pas dans le corps des insectes, ils ne se développent que lorsqu'ils en sont sortis et sont enfouis dans le sol. Là, tout en croissant, ils acquièrent des organes génitaux, pondent des œufs qui donnent naissance à de petits vers filiformes, lesquels s'attachent aux insectes, perforent leurs téguments, et arrivent dans l'intestin à l'état de filaires, qui deviendront plus tard des mermis, quand ils seront déposés dans la terre. Des transformations analogues se passent chez un certain nombre d'helminthes. Il résulte des recherches de MM. Küchenmeister (de Zittau), de V. Beneden, de Siebold, que les cysticerques qui se trouvent dans l'intérieur des rats, des souris et des lapins, sont de jeunes tænias qui ne peuvent pas achever leur développement dans le lieu où ils se trouvent. Mais qu'un de ces animaux possédant des cysticerques soit mangé par un carnivore, ou un chien par exemple, les cysticerques s'allongeront par le développement d'une série de segments placés à la suite les uns des autres, et chacun de ces segments produira une quantité immense d'œufs. Ces œufs ne se développeront pas dans l'intestin du chien; mais quand ils seront tombés à terre, ils donneront naissance à de petits vers qui, recueillis par des rats ou des lapins, se développeront et deviendront dans l'intestin de ces animaux des cysticerques ou d'autres vers parasites de même groupe, et ceux-ci, pour se reproduire, devront passer dans l'intestin d'un autre animal propre à son développement. C'est ainsi que les cysticerques du rat sont les jeunes tænias du chat, et les cysticerques du lapin deviennent les tænias des chiens. Il est probable que le tænia chez l'homme provient du cysticerque du cochon. C'est ce que paraissent du moins prouver les expériences de MM. Küchenmeister, Leuckart et Humbert (de Genève). Le premier a fait avaler à un criminel condamné à mort, un certain temps avant l'exécution, de la viande de porc contenant des cysticerques, et à l'autopsie il trouva dans l'intestin quatre petits tænias. M. Leuckart a

administré de la viande de porc contenant des cysticerques à deux personnes qui s'étaient prêtées à l'expérience, et, au bout d'un certain temps, l'auteur trouva dans les selles de celles-ci des tænias complétement développés et d'autres en voie de développement. Enfin M. Humbert (de Genève) se soumit lui-même à l'expérience, il avala quatorze cysticerques, et, quelque temps après, il rendit par les selles des fragments de tænia.

La génération des entozoaires n'est donc, pas plus que celle des infusoires, le résultat fortuit d'agrégats moléculaires qui se seraient effectués dans des milieux inertes et aux dépens des matières que ces milieux contenaient ; les uns et les autres tirent leur origine, non d'êtres qui ont vécu, mais d'êtres qui vivent, empruntant toujours à leurs semblables les éléments de leur développement et les caractères organiques qui les distinguent. La théorie de la génération spontanée n'appartient donc plus aujourd'hui qu'à l'histoire.

REPRODUCTION PAR SCISSIPARITÉ.

Ce mode de reproduction semble, chez les animaux placés au pied de l'échelle, répéter ce qui s'observe chez les végétaux. De même qu'une branche détachée d'un arbre et implantée dans le sol peut reproduire un arbre analogue à celui dont elle dérive, de même un certain nombre d'animaux peuvent être divisés en plusieurs parties, chacune de ces parties pouvant reproduire l'animal duquel ils ont été séparés. Mais, tandis que dans les plantes la scissiparité est toujours accidentelle, chez les animaux elle peut être accidentelle et naturelle.

Comme exemples de scissiparité accidentelle, nous citerons les suivants. Trembley a fait voir que des hydres ou polypes d'eau douce, coupés par tranches, fragmentés en nombreux morceaux, reproduisaient autant de polypes qu'il y avait de tronçons. Bonnet coupa en deux des vers de terre ou lombrics; chaque partie continua à vivre et à se reproduire, l'extrémité céphalique régénéra l'extrémité caudale, et l'extrémité caudale l'extrémité céphalique. Il coupa aussi une naïs en vingt-quatre parties, et toutes ces parties reproduisirent un individu semblable à celui qui avait été sectionné. Enfin, Draparnaud, Moquin-Tandon et Dugès ont divisé des planaires en deux, et ont vu chaque fragment se développer de façon à former bientôt un nouvel individu.

Plus on s'élève dans l'échelle, plus se restreint cette tendance à la reproduction totale d'individus, quand une partie a été séparée du corps. Chez les mollusques, les crustacés, les insectes, les reptiles et les poissons, les parties détachées ne reproduisent plus un animal semblable à celui duquel elles proviennent, mais il se refait encore des pattes (écrevisses), des antennes (myriapodes), des têtes (colimaçons), des omoplates (salamandres), des queues (lézards et salamandres), des nageoires (syngnathes), des yeux (lézards verts). Enfin, chez les oiseaux et chez les mam-

mifères, on ne trouve plus ni membres, ni organes complexes qui se régénèrent, il n'y a que des éléments anatomiques et des tissus.

La scissiparité est naturelle quand elle se fait en dehors de toute mutilation, et est le résultat d'un travail physiologique normal ; elle constitue

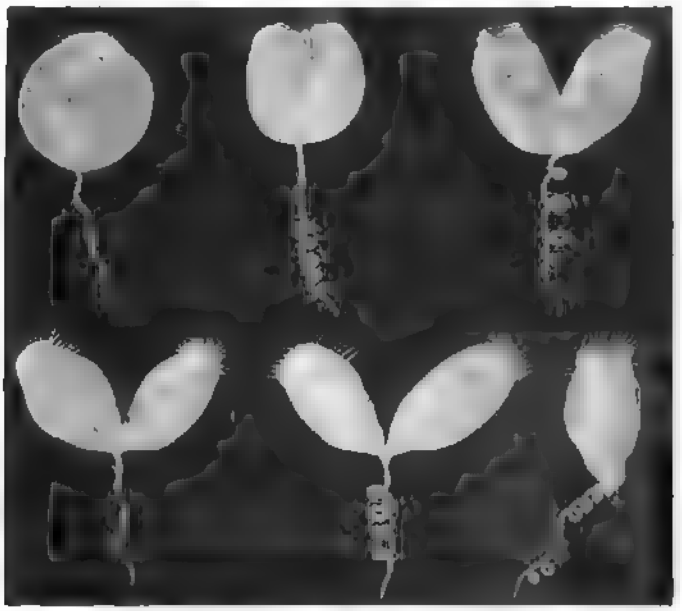


Fig. 1. — Vorticella microstoma (*).

le véritable procédé de la nature, qui assure la perpétuité de certaines espèces parmi les plus inférieures. Trembley a vu le corps de polypes se contracter circulairement vers le milieu, puis se rompre dans le point étranglé, et chaque fragment se développer de manière à représenter deux individus distincts. Les mêmes phénomènes ont été constatés chez certains acalèphes et beaucoup de madrépores. C'est surtout chez les infusoires que cette division spontanée a été considérée comme étant la plus répandue. Mais M. Balbiani s'est assuré que l'on a souvent pris pour une division commençante des échancrures qui reconnaissaient pour cause l'accouplement de deux individus unis sur la ligne médiane. Les monades cependant se divisent en travers ou en long, les vorticelles se divisent en long ; quelquefois, chez ces animaux, la division reste incomplète, de telle sorte que les créations nouvelles dérivant d'un même infusoire possèdent dans leur ensemble l'aspect d'une mûre.

(*) Cette figure montre la scission progressive chez le *Vorticella microstoma*.

REPRODUCTION PAR GEMMIPARITÉ.

Ce mode de reproduction consiste en ce qu'une partie de la substance appartenant à un être vivant se sépare sous la forme d'un organisme non développé, et revêt au bout d'un certain temps la forme et l'organisation de l'animal duquel elle dérive. La différence capitale entre la scission et la gemmation, c'est que, dès que la scission commence, on peut dire que l'animal nouveau qui va être créé a déjà les mêmes caractères que celui d'où il provient; tandis que dans la gemmation, l'animal qui commence à paraître n'est pas complétement organisé; il doit passer, pour arriver à l'état d'animal complet, par une série de phases.

La gemmiparité s'observe surtout chez les hydres. Selon de Blainville, c'est le plus souvent de leur pédicule, ou du point où la partie pleine et solide du corps se réunit avec la partie creuse ou gastrique, qu'on voit naître un bouton globuleux qui grossit en peu de jours, et dont le point opposé à celui qui adhère ne tarde pas à se couvrir de petits mamelons dont l'allongement successif constitue les tentacules qui entourent la bouche. Dans les premiers jours, il y a communication évidente entre l'estomac de la jeune hydre et celui de la mère qui lui transmet les aliments qu'elle avale. Mais cette communication se supprime peu après que le nouveau polype commence à allonger ses bras et son corps, et devient apte à saisir lui-même sa nourriture. Il se forme souvent cinq ou six jeunes hydres sur une plus âgée, et, dans quelques espèces même (*Hydra fusca*), l'adhérence subsiste encore, que déjà les enfants sont devenus parents, et que l'ensemble représente un bouquet plus ou moins branché; mais tôt ou tard il y a séparation, et c'est ainsi que se multiplie l'espèce.

FIG. 9. — L'hydre (*).

La plupart des coralliaires, des sertulariens, les bryozoaires, certaines ascidies et certains vers se multiplient par ce mode de génération.

Index bibliographique (Gén. spontanée, reprod. par scissiparité, par gemmation). — SPALLANZANI, *Saggio di osservazioni microscopiche concernenti il sistema della generazione dei signori Needham e Buffon* (*dissertationi due*, Modena, 1765). — IDEM, *Opuscules de physique animale et végétale*, trad. par Senebier, 1777. — SCHULTZE, *Resultate einer experimental Beob. über generatio equivoqua* (*Poggendorff's Annalen der Physik und*

(*) Figure idéale représentant la génération de l'hydre. — *b*, *b'b''*, bourgeons à divers degrés de développement. S', bourgeon complétement séparé de la mère et pouvant vivre indépendamment d'elle. S, point qui correspond au détachement de ce bourgeon.

Chemie, 1836 t. XXXIX). — IDEM, *Expériences sur les générations équivoques* (*Ann. des sciences nat.*, 2e série, 1836, t. VIII). — SCHWANN, *Forläusige mittheilung, betreffend fersuche über die Weingährung und Fäulniss* (*Poggendorff's Annalen der Physick und Chemie*, 1837, t. XLI). — MILNE EDWARDS, *Remarques sur la valeur des faits qui sont considérés par quelques naturalistes comme étant propres à prouver l'existence de la génération spontanée des animaux* (*Ann. des sciences nat.*, 4e série, 1858, t. IX). — CL. BERNARD, *Observations relatives aux prétendues générations spontanées* (*Ann. des sciences nat.*, 4e série, 1858, t. IX). — IDEM, *Leçons sur les propriétés physiologiques et les altérations pathologiques des liquides de l'organisme*, t. I, p. 488. — DUMAS, *Observations relatives aux prétendues générations spontanées* (*Ann. des sciences naturelles*, 4e série, 1858, t. IX, p. 365).—POUCHET, *Note sur des proto-organismes nés spontanément dans l'air artificiel et dans le gaz oxygène* (*Comptes rendus de l'Acad. des sciences*, 1858, t. XLVII, et *Annales des sciences nat.*, 4e série, 1858, t. IX). — DOYÈRE, *Mémoire sur les tardigrades* (*Ann. des sciences nat.*, 2e série, 1840 à 1842, t. XVI, XVII, XVIII). — GAVARRET, *Quelques expériences sur les rotifères, les tardigrades, et les anguillules des mousses des toits* (*Gaz. hebd. de médecine*, 1859, t. VI). — BROCA, *Rapport sur la question soumise à la Société de biologie par MM. Pouchet, Pemolier, Tenel et Doyère, au sujet de la réviviscence des animaux desséchés* (*Mém. de la Société de biologie*, 3e série, 1860, t. II).— PASTEUR, *Expériences relatives aux générations dites spontanées* (*Comptes rendus de l'Académie des sciences*, 1860, t. L, et *Ann. des sciences nat.*, 4e série, t. XII). — IDEM, *De l'origine des ferments, nouvelles expériences relatives aux générations dites spontanées* (*Comptes rendus de l'Acad. des sciences*, 1860, t. L, p. 849). — *Mémoire sur les corpuscules organisés qui existent dans l'atmosphère, et examen de la doctrine des générations spontanées* (*Ann. des sciences nat.*, 4e série, 1861, t. XVI). — EHRENBERG, *Recherches sur le développement et la durée de la vie des animaux infusoires* (*Ann. des sciences nat.*, 2e série, 1834, t. I). — BALBIANI, *Etudes sur la reproduction des protozoaires* (*Journal de physiologie de l'homme et des animaux*, par Brown-Séquard, t. III et IV, 1860 et 1861). — C. DAVAINE, *Traité des entozoaires et des maladies vermineuses de l'homme et des animaux domestiques*. Paris, 1860. — TH. KERCKRING, *Spicilegium anat.* Amsterdam, 1670. — J. DOLŒUS, *Encyclop. medicinæ*, lib. IV. — IDEM, *De infantum et puerorum morbis*. Francofurti, 1684-1691, in-4. — BRENDEL, in *R. S. Pallas dissert. med. inaug. de infestis viventibus intra viventia*. Lugd. Batav., 1760. — KUCHENMEISTER, *Expériences relatives à la transmission des vers intestinaux chez l'espèce humaine* (*Ann. des sciences nat.*, 4e série, 1855, t. III). — VAN BENEDEN, *Sur le cœnure du mouton* (*Bulletin de l'Académie de Belgique*, 1854, t. XXI). — DE SIEBOLD, *Mémoire sur les vers rubanés et vésiculaires de l'homme et des animaux, et sur la production des helminthes en général* (*Ann. des sciences naturelles*, 4e série, 1855, t. IV).— LEUCKART, *Die Blasenwürmer und ihre Entwickelung*, 1856. — HUMBERT (de Genève), in BERTHOLUS, *Dissertation sur les métamorphoses des cestoïdes*, thèse de Montpellier, 1856, n° 106. — TREMBLEY, *Mémoire pour servir à l'histoire d'un genre de polypes*, t. II. — BONNET, *Traité d'insectologie, ou Observations sur quelques espèces de vers qui, coupés en travers, deviennent autant d'animaux complets*, 1745. — DUGÈS, *Recherches sur l'organisation et les mœurs des planaires* (*Ann. des sciences nat.*, 1828, t. XV). — DRAPARNAUD et MOQUIN-TANDON, cités par M. Milne Edwards, in *Leçons de physiologie et d'anatomie comparées*, t. VIII. — BALBIANI, *Recherches sur les phénomènes sexuels des infusoires* (*Journal de physiologie* de Brown-Séquard, 1861). — DE BLAINVILLE, *Cours de physiologie générale et comparée*.

REPRODUCTION PAR ŒUFS.

Ce mode de reproduction est le plus général ; il a pu être constaté dans presque toute la série des êtres, même chez ceux dont l'organisation est réduite à la plus grande simplicité. Ici ce n'est plus aux dépens d'une partie organisée en continuité de substance avec l'animal que se forme le nouvel être, c'est aux dépens de deux éléments distincts, créés par deux individus de sexes différents, ou par un individu chez lequel les

deux sexes sont réunis. Ces deux éléments, qui sont, l'un le spermatozoïde, l'autre l'ovule, s'isolent pour ainsi dire dès leur formation, de manière à jouir d'une sorte d'individualité propre. Et c'est lorsqu'ils se rencontrent et se combinent l'un à l'autre molécule à molécule, soit dans les voies génitales de la femelle chez certaines espèces, soit en dehors chez d'autres espèces, qu'ils donnent naissance à un nouvel être. Ces deux éléments, dans ce mode de reproduction, sont d'une nécessité absolue, et, quoiqu'on l'appelle mode de reproduction par œufs, il faut bien savoir que c'est aussi bien un mode de reproduction par spermatozoïdes.

Avant d'étudier en détail la formation de ces éléments, la manière dont s'opère leur rencontre, les phases variées par lesquelles passe dans les premières périodes de son existence l'être qu'ils procréent, les nombreux actes qui s'exécutent pour aboutir à ces divers résultats, examinons les efforts tentés à toutes les époques pour élucider cet intéressant problème de la génération.

CONSIDÉRATIONS HISTORIQUES SUR LA GÉNÉRATION.

Platon, dans le *Timée*, explique la génération par des simulacres réfléchis et par des images extraites de la Divinité créatrice, « lesquelles, par un mouvement harmonique, se sont arrangées par les propriétés de nombre dans l'ordre le plus parfait. » C'était de la même façon qu'il expliquait la formation du ciel, des dieux, etc.

Pour Hippocrate, le mâle et la femelle possèdent chacun une liqueur prolifique. Dans chaque sexe il y a de plus deux liqueurs séminales, l'une plus forte et plus active, l'autre plus faible et moins active. La plus forte liqueur séminale du mâle, mêlée à la plus forte liqueur séminale de la femelle, produit un enfant mâle, et la plus faible liqueur séminale du mâle, mêlée à la plus faible liqueur séminale de la femelle, produit un enfant femelle. Pour Hippocrate, la semence de l'homme provient de toutes les parties du corps, et en particulier de la tête, parce que, dit-il, ceux auxquels on a coupé les veines auprès des oreilles ne produisent plus qu'une semence faible et à peu près inféconde. Des diverses parties du corps, cette semence arrive à la moelle, de la moelle elle passe aux reins, des reins elle descend dans les testicules; là, elle s'emmagasine et forme une sorte d'extrait qui contient toute la synthèse de l'organisme. C'est par la provenance de la semence de toutes les parties du corps qu'il explique l'identité des formes organiques d'une même espèce, ainsi que l'hérédité des vices de conformation.

Pour Aristote, la matière, qui n'est que la capacité de recevoir des formes, prend une forme semblable à celle des individus qui la fournissent. Le mâle fournit le principe du mouvement générateur, il n'agit que par sa forme et non par sa substance; la femelle ne donne rien qui puisse être considéré comme tel, mais elle fournit la matière nécessaire à la génération : cette matière est le sang menstruel qui sert à la forma-

tion, au développement et à la nature du fœtus. La liqueur séminale, dit Aristote, est à la génération ce que le sculpteur est au bloc de marbre : la liqueur du mâle est le sculpteur, le sang menstruel le marbre, le fœtus la figure.

Aristote ne voulait pas, que la semence provienne du corps entier, comme le pensait Hippocrate, parce que, d'une part, disait-il, quoique les enfants ressemblent souvent à leur père ou à leur mère, ils ressemblent aussi quelquefois à leurs aïeux, et parce que, d'autre part, ils ressemblent au père et à la mère par la voix, par les cheveux, par les ongles, par leur maintien et par leur manière de marcher; or, la semence ne peut venir des cheveux, de la voix, des ongles, ou d'une qualité extérieure, comme celle de marcher.

Galien admet comme Hippocrate une semence mâle et une semence femelle; le premier, il reconnaît l'analogie des ovaires avec les testicules, et il appelle ces organes testicules femelles. Il considère de plus les canaux que Fallope a appelés plus tard trompes, comme des canaux destinés à conduire le fluide séminal vers la cavité de la matrice.

Jusqu'au XVII^e^ siècle, Aristote et Hippocrate se partagèrent les suffrages. Les philosophes scholastiques, adoptant la philosophie d'Aristote, furent surtout les défenseurs de sa théorie sur la génération; les médecins optèrent, au contraire, pour Hippocrate, et il se passa ainsi dix-sept à dix-huit siècles sans qu'il apparût de théories nouvelles.

Vers 1604, Fabrice d'Acquapendente s'avise de faire des expériences et des observations suivies sur la fécondation et le développement des œufs de poule. Il décrit l'organe qui produit les œufs de la poule comme un assemblage de petits œufs jaunes, qui se détachent successivement et passent dans un conduit tortueux, puis dans la matrice. En traversant ce conduit, le jaune s'enveloppe d'une liqueur blanche et de deux cordons qui traversent le blanc aux deux pôles; ces deux cordons (*chalazæ*) sont les parties de l'œuf qui doivent être fécondées par l'esprit séminal du mâle, le blanc et le jaune devant servir au développement du fœtus.

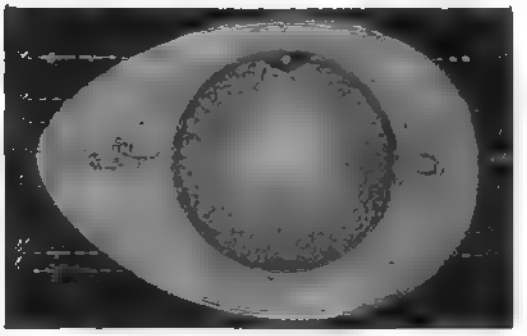


FIG. 3. — Œuf d'oiseau (*).

(*) Coupe théorique de l'œuf de la poule, destinée à faciliter la connaissance des rapports qui existent entre l'œuf des oiseaux et celui des mammifères (voy. fig. 4). — *c*, coquille; *a*, chambre à air; *mc*, feuillet externe de la membrane coquillière; *mi*, feuillet interne; *b*, *b'*, *b''*, couches albumineuses qui se sont déposées successivement en traversant l'oviducte; *vg*, vésicule germinative; *g*, cicatricule; *mg*, couche granuleuse très-mince doublant la membrane vitelline, *j*, jaune ou vitellus; *j'*, prétendue cavité du jaune.

Quelques années plus tard, Harvey suivait la voie tracée par Fabrice.

Il étudie d'abord de la façon la plus scrupuleuse l'œuf de poule. Harvey remarque que les chalazes existent aussi bien dans les œufs de poule non fécondés que dans les œufs de poule fécondés. Pour lui, la partie de l'œuf qui est fécondée est un petit cercle blanc qui se voit sur la membrane du jaune, et forme là une petite tache semblable à une cicatrice de la grandeur d'une lentille environ. C'est là que le poulet doit naître et doit croître ; toutes les autres parties de l'œuf ne sont faites que pour celle-ci. Cette cicatricule préexiste à la fécondation, seulement elle reçoit la propriété de reproduire un embryon, quand la semence du mâle est en contact avec elle.

Médecin du roi Charles I^er^, Harvey utilise cette position pour expérimenter sur les daims et les chèvres des parcs royaux. Après l'accouplement, il ne peut retrouver dans la matrice la semence du mâle ; il trouve seulement un sac rempli d'une matière blanche, muqueuse et gluante, adhérant à l'organe par une espèce de mucilage, rudiment du placenta. Et il conclut que la génération est l'ouvrage de la matrice; la matrice conçoit le fœtus par une espèce de contagion, que la liqueur du mâle lui communique, à peu près comme l'aimant communique au fer sa propriété magnétique. Non-seulement cette contagion masculine agit sur la matrice, mais elle se communique même à tout le corps féminin, qui est fécondé en entier, quoique dans toute la femelle il n'y ait que la matrice qui ait la faculté de concevoir le fœtus, comme le cerveau a seul la faculté de concevoir les idées, ces deux conceptions se faisant de la même façon. Les idées que conçoit le cerveau, dit Harvey, sont semblables aux images des objets qu'il reçoit par les sens; le fœtus, qui est l'idée de la matrice, est semblable à celui qui le produit, et c'est pour cette raison que le fils ressemble au père.

Jusqu'ici l'attention n'avait été portée que d'une façon très-accessoire sur les testicules de la femme, quoique un certain nombre de savants admissent que ces organes sécrétaient la semence. Cependant Vésale, Fallope, de Castro, Riolan, avaient signalé à leur surface des vésicules remplies de lymphe; mais cette découverte n'eut aucune influence sur le progrès de cette question, car de Castro et Vésale continuèrent à croire que la semence de la femme provenait de toutes les parties de l'ovaire, et Fallope, de son côté, les combattit en disant que cela ne pouvait être, puisque la trompe ne se continuait pas avec l'ovaire.

Sténon fut l'auteur qui rappela l'attention sur ces vésicules. Dans une dissection qu'il fit d'un chien de mer femelle, il vit, dit-il, des œufs dans les testicules, quoique cet animal fût vivipare, et il ajoute qu'il ne doute pas que les testicules des femmes ne soient analogues aux testicules des ovipares, soit que les œufs des femmes tombent de quelque façon que cela puisse être dans la matrice, soit qu'il n'y tombe que la matière contenue dans ces œufs.

Cette opinion, qui fut immédiatement soutenue et adoptée par van

Hoorne, inaugure une ère nouvelle, à laquelle se rattache surtout le nom de Regnier de Graaf. Celui-ci expérimenta sur les lapines. Il remarqua d'abord que, peu de temps après l'accouplement, les vésicules des testicules femelles avaient éprouvé des altérations; de clairs et limpides qu'elles étaient, elles sont devenues opaques et rougeâtres, et contiennent comme une matière glandulaire; dans quelques cas, il observa une petite cavité, ce qui lui fit soupçonner que la liqueur limpide et transparente que ces follicules contiennent ordinairement pouvait en avoir été chassée et séparée par une espèce de rupture. C'est alors qu'il chercha cette matière dans les conduits qui aboutissent aux cornes de la matrice et dans ces cornes mêmes.

Son étonnement fut grand quand, étant à la recherche de ce liquide, il rencontra des œufs dans les oviductes. Sur des lapines observées trois jours après l'accouplement, il trouva dans les conduits des œufs qui n'étaient pas plus gros qu'un grain de moutarde. Cinq jours après l'accouplement, il trouva sur d'autres lapines autant d'œufs que de follicules vides; ces œufs avaient la grosseur d'un plomb à lièvre. Six jours après l'accouplement, ils possédaient le volume d'une chevrotine; sept jours après, ils avaient le volume d'une balle de plomb, appelée vulgairement poste. Enfin, douze jours après l'accouplement, il reconnut distinctement l'embryon, et de Graaf conclut que les femelles vivipares ont des œufs comme les femelles ovipares, et que ces œufs sont renfermés d'abord dans les testicules femelles, auxquels il donne le nom d'ovaires; il pense de plus qu'ils ne peuvent s'en détacher qu'après avoir été fécondés par la semence du mâle.

Comme tous les auteurs d'une grande découverte, R. de Graaf eut ses détracteurs, dont le plus acerbe fut Schwammerdam; le chagrin qu'il conçut de se voir contester sa découverte fut tel, qu'il en mourut à l'âge de trente-deux ans.

Quelque temps après de Graaf, Malpighi rencontrait chez la vache et d'autres femelles d'animaux un corps plus ou moins épais, vasculaire, de coloration jaunâtre (corps jaune). Pour lui, ce corps est glanduleux; son rôle est de conserver l'œuf et de concourir à son expulsion, peut-être de contribuer à la génération même de l'œuf, et il regarde ces vésicules comme ne devant concourir qu'à la production du corps jaune où l'œuf doit se former. Mais Malpighi dit n'avoir rencontré cet œuf qu'une fois ou deux chez la truie. En vain, Vallisnieri, son élève, le chercha au sein du corps jaune, chez les vaches, les chattes, les chiennes, les renardes; en vain il se fit aider dans ses investigations par Morgagni, toutes ses tentatives furent infructueuses, et, malgré cela, Vallisnieri resta persuadé « que l'œuf est caché dans le corps glandulaire, et que c'est là que se fait tout l'ouvrage de la fécondation. »

En l'an 1677, un étudiant de Dantzig, Louis Hamm trouvait dans le sperme de l'homme une quantité innombrable de petits êtres microscopiques doués de mouvements. L'auteur de cette découverte la commu-

niqua à Leuwenhoeck, qui, après l'avoir vérifiée, en fit part à la Société royale de Londres.

L'idée qui vint immédiatement à Leuwenhoeck, c'est que ces êtres étaient de véritables animaux. « Quand nous voyons, dit-il, les animalcules spermatiques contracter leur queue en l'agitant, nous concluons avec raison que cette queue n'est pas plus dépourvue de tendons, de muscles, d'articulations que celle d'un loir ou d'un rat. » Leuwenhoeck, de plus, avait cru voir sous le microscope ces animalcules naître, croître, se reproduire, changer de peau; il n'y avait donc pas de doute, pour lui, que ces petits corps étaient pourvus d'organisme comme les plus grands animaux.

De cette idée à celle qui faisait de ces animalcules les ébauches de l'embryon, il n'y avait plus qu'un pas, et ce pas ne tarda pas à être fait. On vit alors Leuwenhoeck, Andry, Hartsoecker, Boerhaave, Keil, Cheyne, Wolff, Lieutaud, s'opposer de toute leur force au système des œufs. Les spermatozoaires sont des animalcules vivants, disaient-ils; or, les femelles ne fournissent rien de pareil, rien de vivant, la fécondité qu'on leur attribue appartient aux éléments propres du mâle. On ne peut douter que ces animaux ne fussent destinés à devenir des hommes ou des animaux parfaits de chaque espèce. Et si l'on veut absolument, disaient quelques-uns, que dans les femelles des vivipares il y ait des œufs comme dans celles des ovipares, ces œufs, dans les uns et dans les autres, ne seront que la matière nécessaire à l'accroissement des vers spermatiques. Il entrera dans l'œuf par le pédicule qui l'attache à l'ovaire, il y trouvera une nourriture préparée pour lui; tous les vers qui n'auront pas été assez heureux pour rencontrer cette ouverture du pédicule de l'œuf périront, celui qui aura enfilé ce chemin arrivera à sa transformation. C'est pour cette raison qu'il existe un nombre prodigieux de ces petits animaux; la difficulté de rencontrer un œuf, ensuite l'ouverture du pédicule de cet œuf, ne peut être compensée que par le nombre infini de vers. Il y a un million à parier contre un, ajoutait-on, qu'un tel ver spermatique ne rencontrera pas le pédicule de l'œuf, mais aussi il y a un million de vers; dès lors il n'y a plus qu'un à parier contre un que le pédicule de l'œuf sera enfilé par un de ces vers. C'est ainsi que la découverte de Hamm primait la découverte de de Graaf, et qu'on s'éloignait de plus en plus de la vérité en brodant sur les filaments spermatiques roman sur roman.

Buffon apparaît au moment où les exagérations des spermatistes commençaient à inspirer des doutes. L'instant était propice pour les dissiper, et Buffon en profita. Il proclame hautement que le système des vers spermatiques, tout aussi bien que celui des œufs, est appuyé sur des suppositions dénuées de toute vraisemblance. Si le ver spermatique, disait Buffon, entre autres raisons, est l'embryon en miniature, comment l'enfant ressemble-t-il quelquefois à la mère et non au père? Si, d'autre part, le fœtus dérive de l'œuf de la mère, comment l'enfant peut-il ressembler

au père? Comment se fait-il qu'il n'y ait aucune proportion de nombre entre les vers spermatiques et le nombre des fœtus propres à chaque espèce; que ces vers soient en si grande quantité chez l'homme, qui ne procrée jamais qu'un ou deux enfants? Enfin, pour admettre des œufs, ajoutait-il, il faudrait les avoir trouvés, et non se payer de suppositions.

C'est alors que Buffon crée une théorie nouvelle, ou, plutôt, fait un retour vers la théorie d'Hippocrate. L'accroissement, dit Buffon, des différentes parties du corps chez l'enfant se fait par la pénétration intime des molécules organiques; analogues à chacune de ces parties, toutes ces molécules sont employées au développement. Mais, quand le corps a pris presque tout son accroissement, il n'a plus besoin pour se développer d'une aussi grande quantité de molécules organiques; le superflu de ces mêmes molécules est renvoyé de chacune des parties de l'organisme dans des réservoirs destinés à les recevoir; ces réservoirs sont les testicules et les vésicules séminales. C'est alors que commence la puberté, tout alors indique la surabondance de nourriture : la voix change et grossit, les organes génitaux se développent, la semence arrive et remplit les réservoirs qui lui sont propres, et, lorsque la plénitude est trop grande, elle force, même sans aucune provocation, et pendant le sommeil, la résistance des canaux qui la contiennent pour se répandre au dehors.

Chez la femme, cette surabondance de nourriture est plus marquée encore par cette évacuation périodique qui commence et finit en même temps que la puissance d'engendrer, et se traduit par le prompt accroissement du sein.

La liqueur séminale, qui existe chez le mâle comme chez la femelle, provient donc de molécules organiques renvoyées de toutes les parties du corps. Ces molécules, au lieu de se réunir et de former dans l'individu même de petits corps organisés semblables au grand, ne produisent ce résultat que quand la liqueur séminale des deux sexes se mêle; et, lorsque dans ce mélange existent plus de molécules organiques du mâle, il en résulte un mâle; si, au contraire, il y a plus de parties organiques dans la femelle que dans le mâle, il en résulte une femelle. Il pourrait bien se faire, selon Buffon, que les petits corps vivants que l'on rencontre chez le mâle, et ceux qu'il a trouvés avec Needmann et Daubenton chez certaines femelles, soient des agrégats de ces molécules organiques; mais par eux-mêmes ils sont incapables de rien produire, il faut leur réunion.

Buffon avait battu en brèche le spermatisme et l'ovisme, mais sa théorie des molécules organiques qu'il cherchait à leur substituer ne frappa les esprits que par son originalité. Elle eut un certain nombre d'admirateurs, mais personne ne l'adopta; peut-être en eût-il été autrement, si Bonnet, homme d'une imagination non moins grande que celle de Buffon, n'était venu supplanter celui-ci par la hauteur de ses vues. Pour Bonnet, l'homme, l'animal, sont essentiellement, dès l'origine, ce qu'ils doivent être un jour; le nouvel être n'est plus une création effectuée par le père ou par la mère, il préexiste à l'état de germe depuis l'apparition sur cette terre du pre-

mier individu de son espèce. La fécondation ne fait que « rendre plus propre à croître d'une manière plus sensible » ce qui préexiste dans une imperceptible petitesse ; elle ne fait que monter une machine toute construite à l'avance et lui imprimer le mouvement. Telle est, en deux mots, cette théorie, dite de l'emboîtement des germes, à laquelle les savants les plus illustres, Haller, Cuvier, Meckel, ont donné leur assentiment.

Mais l'esprit de la science devait bientôt changer ; la faveur usurpée par les hypothèses métaphysiques devait bientôt être restituée aux études positives. En l'année 1823, Plagge vit dans l'ovaire l'œuf véritable, représenté par un petit corps contenu dans la vésicule de de Graaf. Seulement cet auteur en a donné une idée si confuse, qu'il n'est pas étonnant que la plupart des physiologistes qui l'ont suivi dans cette voie ne l'aient pas cité. Il compare la vésicule de de Graaf à l'œuf de l'oiseau : l'enveloppe de la vésicule représente la coquille de l'œuf, le liquide de la vésicule est l'analogue du blanc, et l'ovule est l'analogue du jaune. D'autre part, Prévost et Dumas virent manifestement deux fois un petit œuf dans la vésicule de de Graaf, chez la chienne ; mais ils étaient si peu préparés à ce fait et si imbus des anciennes théories, qu'ils ne donnèrent aucune suite à leur remarque. C'est en 1827 que Ch. Ern. de Baer indiqua d'une manière précise l'existence de l'œuf dans l'ovaire ; il vit cet œuf à l'œil nu. Seulement cet auteur s'en fit une fausse idée, dans la manière dont il le compare à l'œuf de l'oiseau. Purkinje avait signalé, en 1825, dans la cicatricule de l'œuf de l'oiseau une vésicule, la vésicule germinative ; de Baer crut que l'ovule était le représentant de cette vésicule, tandis que la cicatricule représentait la vésicule graafienne. De Baer méconnaissait alors que la vésicule de de Graaf, au lieu de suivre l'ovule dans sa migration à travers l'oviducte, restait partie intégrante de l'ovaire, où elle persiste encore quelque temps après la ponte à l'état de corps jaune.

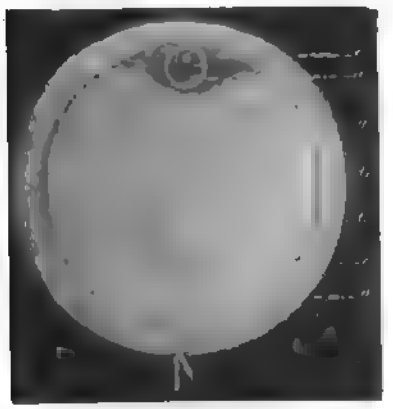


FIG. 4. — Coupe synthétique d'une vésicule de de Graaf (*).

Cette manière de voir régna dans la science jusqu'en 1833, époque qui correspond à la découverte de la vésicule germinative des mammifères par M. Coste. M. Coste, de plus, démontra d'une façon définitive que la formation du corps jaune correspondait à un véritable travail de cicatrisation consécutif à la chute de l'œuf. Dès lors tout était clair. Le corps jaune n'était plus un organe glandulaire destiné à former l'œuf et à l'expulser, puis-

(*) *fe*, limite externe de la paroi propre de la vésicule, *fi*, limite interne, *v*, vaisseaux qui se distribuent dans la paroi ; *l*, cavité contenant un liquide transparent ; *g*, membrane granuleuse ; *c*, cumulus, *œ*, ovule offrant de dehors en dedans la zone transparente, le vitellus, la vésicule germinative.

qu'il n'apparaît qu'après l'expulsion de l'œuf; la vésicule de de Graaf n'était plus chez les mammifères la partie de l'œuf susceptible de fécondation, puisque cette vésicule ne s'échappe jamais de l'ovaire. Enfin, l'ovule des mammifères était bien le représentant de la cicatricule des oiseaux, puisqu'il possède, comme cette dernière, dans son intérieur, une vésicule germinative.

Ainsi furent ruinées l'hypothèse des deux semences et celle de l'emboîtement des germes. L'ovulation étant définitivement démontrée dans toute la série animale, l'ovule devenait l'élément fondamental de la génération chez la femelle, comme le fluide spermatique était l'élément fondamental chez le mâle. Les travaux postérieurs à ceux que nous venons de consigner ne firent que confirmer ces résultats; de plus, la nature des éléments générateurs, leur constitution, leur origine, le rôle respectif qu'ils remplissent dans l'acte de la fécondation, devinrent de plus en plus intelligibles, grâce aux efforts soutenus des Coste, des Négrier, des Pouchet, des Raciborski, des Bischoff, des Robin, des Godard, des Kölliker, etc.; et l'on peut dire qu'aujourd'hui la fonction de reproduction, malgré toutes les difficultés inhérentes à son sujet, est une de celles que la science domine avec le plus d'avantages. Sans doute, les hésitations du présent renferment en elles les termes d'un programme encore assez développé pour l'avenir, sans doute il reste dans l'ombre des inconnues que l'on ne soupçonne même pas; mais, à côté de ces *desiderata*, combien cette question est riche en connaissances intéressantes et utiles.

Index bibliographique (Historique de l'oviparité). — HIPPOCRATE, *De la génération, etc.* (*Œuvres*, trad. par Littré). — ARISTOTE, *De generatione animalium*, lib. I (*Opera omnia*, t. I). — GALIEN, *De semine*, lib. II. — FABRICE D'ACQUAPENDENTE, *Opera anatomica quæ continent deformato fœtu, de formatione ovi et pulli.* Patavii, 1604; Francofurti, 1624; Patavii, 1625. — HARVEY, *Exercitationes de generatione animalium*, exercit. XXXII, LXVII, etc. — VÉSALE, *Opera omnia anatomica et chirurgica.* Lugduni Batavorum, 1725. — FALLOPE, *De humani corporis anatom. compendium.* Venetiis, 1571, in-8; Patavii, 1585, in-8. — REGNIER DE GRAAF, *De virorum organis generationi inservientibus.* Lugduni Batavorum, et Roterodami, 1668, 1670, 1672. — IDEM, *De mulierum organis generationi inservientibus tractatus novus, demonstrans tam homines et animalia cætera omnia quæ vivipara dicuntur haud minus quam ovipara, ab ovo originem ducere.* Lugduni Batavorum, 1672, in-8. — IDEM, *Opera omnia.* Ibid., 1677, in-8; Lugduni, 1678, in-8; Amstelodami, 1705, in-8. — MALPIGHI, *De utero et vivipar. ovis*, publié à Genève en 1685 par Le Clerc et Manget. — IDEM, *Epistolæ quædam circa illam de ovo dissertationem*, ibid. — VALLISNIERI, *Istoria della generazione dell' uomo et degli animali.* Venise, 1741. — LEEUWENHOECK, *Observ. de natis e semine genitali animalculis* (*Philosophical Transactions*, 1677, t. XII). — BUFFON, *Œuvres complètes*, t. V. — BONNET, *Considérations sur les corps organisés.* Amsterdam, 1762. — PLAGGE in MECKEL'S, *Archiv*, 1829. — PRÉVOST et DUMAS, *Annales des sciences naturelles*, t. III. — J. E. PURKINJE, *Symbolæ ab ovi historiam ante incubationem.* Lipsiæ, 1825. — DE BAER, article *Ei* dans le *Berliner encyclopedisches Wörterbuch*, 1834, t. X. — COSTE, *Recherches sur la génération des mammifères*, 1834.

FONCTION SPERMATIQUE.

La fonction de reproduction comprend une série d'actes qui ont pour résultat la création d'un être nouveau aux dépens de matériaux fournis

par le mâle et par la femelle. Cette fonction se subdivise, par conséquent, en fonction propre au mâle, ou fonction spermatique, et en fonction propre à la femelle, ou fonction lovulaire. La première nous occupera tout d'abord.

L'appareil destiné à la fonction spermatique est représenté par les testicules, les canaux déférents, les vésicules séminales, les conduits éjaculateurs, le canal de l'urèthre et les nombreuses glandes qui se trouvent dans son intérieur, enfin le pénis.

Dans l'étude que nous allons faire de cette fonction, nous étudierons successivement le développement des testicules, l'humeur qu'ils sécrètent, la manière dont cette humeur est expulsée du canal de l'urèthre, après avoir traversé les canaux déférents, les vésicules séminales, les conduits éjaculateurs et toute l'étendue de l'urèthre. Enfin, nous terminerons par l'érection, acte qui sollicite l'éjaculation spermatique, assure le transport de la liqueur séminale du mâle dans les organes sexuels de la femelle.

DES TESTICULES. — DÉVELOPPEMENT, MIGRATION, ANOMALIES.

Les testicules, au nombre de deux, sont situés dans les bourses scrotales. Leur poids est, en moyenne, à la naissance, de 0^{g},60 à 1 gramme; il est chez l'adulte de 20 à

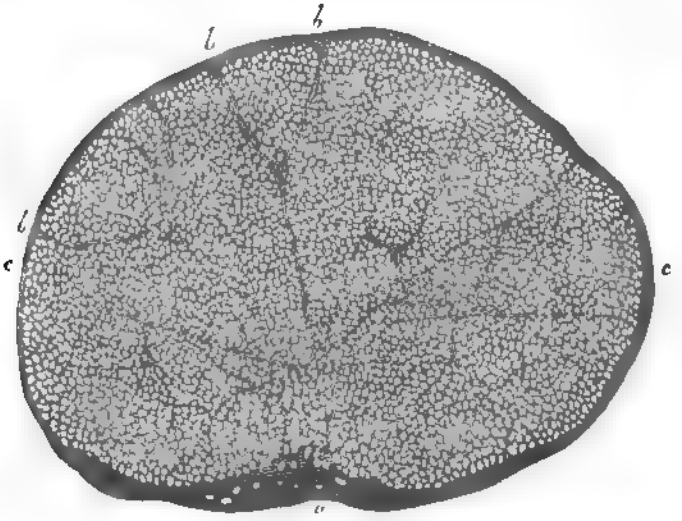


Fig. 5. — Charpente cellulo-fibreuse du testicule (*).

30 grammes, chez le vieillard de 9 à 15 grammes. Leur forme est celle d'un haricot chez l'enfant à la naissance, celle d'un œuf aplati chez l'adulte. Leur direction est

(*) Cette figure, dessinée d'après nature, mais en s'aidant de la loupe, représente une coupe excessivement mince du testicule perpendiculairement à son axe. — Par le fait même de la préparation, les tubes spermatiques ont été enlevés, et il ne reste que la trame cellulo-fibreuse. — *a*, corps d'Highmore; *c*, *c*, tunique albuginée; *b*, *b*, cloisons fibreuses limitant les lobules du testicule et envoyant dans leur intérieur des prolongements celluleux qui circonscrivent des espaces dans lesquels sont renfermés les tubes séminipares.

oblique de haut en bas, de dehors en dedans, d'avant en arrière. Ils présentent deux faces, deux bords, deux extrémités. Les faces sont, l'une interne, l'autre externe. Des deux bords, l'un, inférieur, est convexe, l'autre, supérieur, est droit; ce dernier est recouvert par l'épididyme. Des deux extrémités, la plus grosse est antérieure, la plus petite postérieure.

Structure. — Le testicule est limité par une tunique fibreuse (tunique albuginée) plus épaisse au niveau de la partie moyenne du bord supérieur. Là elle donne lieu à un renflement cunéiforme (corps d'Highmore); de ce renflement partent des prolongements celluleux qui circonscrivent dans l'intérieur de la coque fibreuse une série de loges en libre communication les unes avec les autres. Ces loges contiennent de petites masses jaunâtres de forme pyramidale, dont la base regarde vers la face interne de l'albuginée, et le sommet aboutit au corps d'Highmore (lobules du testicule).

Ces lobules sont constitués par des tubes enroulés sur eux-mêmes en tire-bouchon (tubes séminipares) et séparés les uns des autres par de fines cloisons celluleuses qui émanent de prolongements partis du renflement de l'albuginée. Ces tubes se réunissent entre eux, de façon à se réduire à une petite distance du corps d'Highmore, à 10 ou 12 conduits (canaux droits). Ces derniers aboutissent à ce corps, et s'anastomosent dans son intérieur, de manière à former un réseau (réseau de Haller). Les conduits séminipares sont formés par une paroi propre de nature celluleuse, avec des noyaux longitudinaux; la paroi est tapissée par des cellules, les unes sphériques, les autres polyédriques.

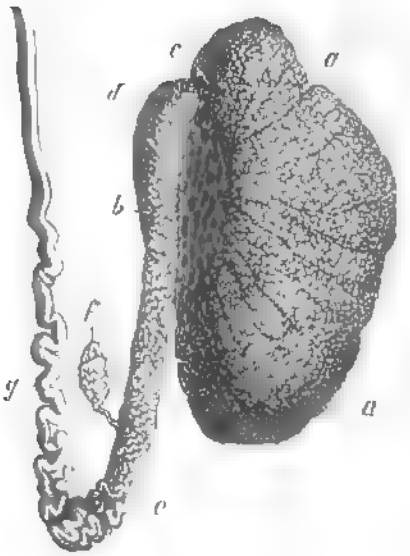


Fig. 6. — Testicule, épididyme, canal déférent (*).

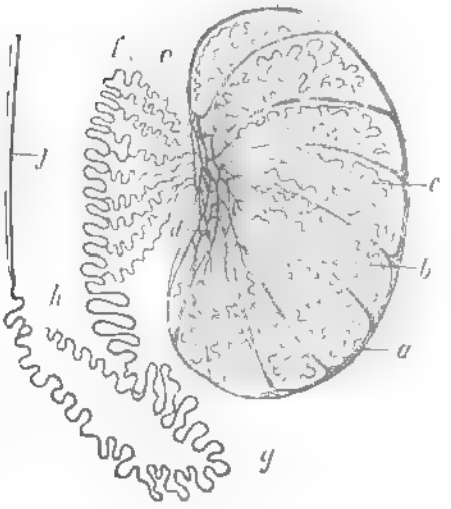


Fig. 7. — Schéma représentant la disposition et le trajet des canaux séminifères (**).

(*) *a*, *a*, lobules du testicule; *c*, corps d'Highmore; *d*, tête de l'épididyme; *b*, canal épididymaire; *f*, vas aberrans; *g*, canal déférent.

(**) *a*, tunique albuginée; *b*, cloison fibreuse issue du corps d'Highmore; *c*, conduits séminipares dont l'ensemble constitue un lobule; *d*, corps d'Highmore; *e*, vaisseaux efférents enroulés en spirale; *f*, origine du canal épididymaire; *h*, vas aberrans; *g*, origine du canal déférent, *j*, canal déférent.

Épididyme. — L'épididyme recouvre le bord postérieur du testicule et empiète un peu sur sa face externe. On le divise en tête, corps et queue. La tête, partie renflée, est constituée par dix ou douze lobules, formés par des conduits qui partent du réseau de Haller (canaux efférents). Ces conduits sont enroulés en spirale, ils se rendent tous à un canal unique qui, dans le corps de l'épididyme, se replie un grand nombre de fois sur lui-même d'une façon très-irrégulière; la queue de l'épididyme est formée par ce même canal, dont les sinuosités deviennent de moins en moins prononcées; elle communique avec des conduits enroulés sur eux-mêmes, au nombre d'un à trois (*vas aberrans Halleri*). Le canal épididymaire se continue avec le canal déférent.

Les artères du testicule, au nombre de deux, proviennent des deux artères testiculaires, branches de l'aorte ou de la rénale. Ces artères sont remarquables par leur longueur, par la petitesse de leur calibre et par l'absence de branches collatérales. Les veines se rendent dans un plexus placé au devant de la portion funiculaire du canal déférent (plexus pampiniforme inf.); ce plexus se résout en plusieurs branches rectilignes et non anastomosées dans le canal inguinal, et qui, poursuivant leur trajet vers les parties latérales de la colonne lombaire, forment un nouveau plexus (plexus pampiniforme sup.), dont les branches aboutissent dans la veine rénale ou la veine cave inférieure. Les lymphatiques vont se rendre aux ganglions lombaires. Les nerfs proviennent du plexus rénal. Tous ces éléments, artères, veines, lymphatiques, nerfs, joints au canal déférent, constituent, à partir du testicule jusqu'à l'anneau inguinal interne, le cordon spermatique.

Les enveloppes qui entourent les testicules sont, en allant de dehors en dedans : 1° La peau. 2° Le dartos, constitué par des filaments de tissu cellulaire mêlés à de nombreux faisceaux de fibres musculaires lisses qui s'entrecroisent de la façon la plus irrégulière. Ces fibres se contractent sous l'influence du froid, de l'électricité; en se contractant, elles font crisper la peau. Elles n'obéissent pas à la volonté. 3° Le crémaster, formé par des fibres musculaires de la vie animale disposées en forme d'anses dont la concavité regarde en haut et dont les extrémités s'insèrent à l'épine du pubis et à la partie interne du ligament de Poupart. Ces fibres obéissent à la volonté, et élèvent, lorsqu'elles se contractent, le testicule vers l'anneau inguinal. 4° La tunique fibreuse profonde commune au cordon et au testicule, contenant, selon M. Rouget, outre du tissu fibreux, des fibres musculaires lisses. 5° La tunique vaginale, tunique séreuse, qui enveloppe le testicule et l'épididyme de toutes parts, excepté au niveau du bord droit du testicule, c'est-à-dire là où pénètrent et d'où sortent les éléments vasculaires et nerveux du testicule.

Développement et migration du testicule. — Dans les premiers temps de la vie intra-utérine, les deux testicules, placés sur les parties latérales de la colonne vertébrale lombaire, sont représentés par deux petites languettes isolées; en dehors de ces languettes existe une série de petits tubes, pleins d'abord, creux ensuite, placés transversalement, enroulés sur eux-mêmes et aboutissant à un conduit parallèle à l'axe du corps; ce conduit se rend au pédicule de la vésicule allantoïde, vésicule qui, chez l'adulte, a pour représentants la vessie et l'ouraque. L'ensemble des tubes enroulés forme ce que l'on appelle le corps de Wolff, et le conduit auquel ils aboutissent s'appelle le conduit du corps de Wolff. Dans les deux languettes apparaissent bientôt des stries transversales qui indiquent l'origine des canalicules spermatiques du testicule. Peu après, au côté externe du conduit excréteur, naît un filament, dit filament de Müller. Ce

filament marche parallèlement au conduit excréteur, et se rend, comme lui, à la vésicule allantoïde. Mais son existence n'est que temporaire chez l'homme, tandis que chez la femme, selon Müller et Kobelt, il est destiné à devenir la trompe. Alors que le testicule a perdu sa forme de languette pour prendre la forme d'un petit ovoïde, les tubes qui constituent la partie moyenne du corps de Wolff se sont confondus avec la substance testiculaire et servent à former la tête de l'épididyme, tandis que le conduit du corps de Wolff devient canal déférent; les tubes supérieurs et inférieurs se sont, au contraire, atrophiés; les premiers, chez l'adulte, se retrouvent à l'état d'un petit corps formé de tubes ramifiés et placés à la partie interne de la tête de l'épididyme (corps innominé de Giraldès). Les seconds sont représentés par le *vas aberrans Halleri*.

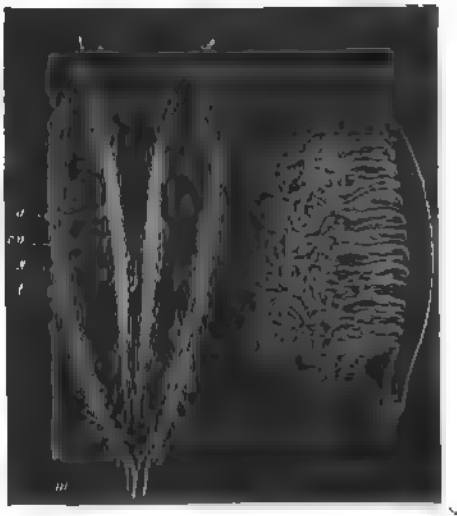


Fig. 8. — Corps de Wolff (*).

A l'époque où nous en sommes, le testicule est relié à la paroi abdominale par un filament qui est le *gubernaculum testis* de Hunter. Ce filament s'insère supérieurement à l'extrémité inférieure du testicule, à l'épididyme et à la portion initiale du canal déférent; inférieurement, à la partie inférieure de la paroi abdominale antérieure, avec laquelle elle paraît se continuer; mais il est facile de se convaincre par une dissection attentive que le gubernaculum se prolonge à travers cette paroi. Le gubernaculum est formé, dans sa partie centrale, par un axe cellulaire, contenant aussi des fibres musculaires lisses, à sa surface, par des fibres musculaires striées. Ces dernières fibres, inférieurement, se divisent en deux faisceaux : le

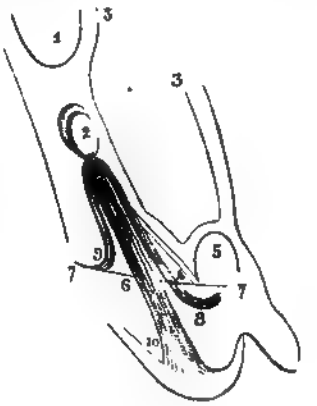


Fig. 9. — Schéma du gubernaculum testis (**).

(*) Corps de Wolff, d'après M. Coste; *c*, *v*, corps de Wolff; *s*, canal excréteur du corps de Wolff; *o*, ovaire ou testicule futur; *t*, filament de Müller qui, chez l'homme, s'atrophie, et, chez la femme, devient la trompe; *m*, matrice future. — La figure placée à côté montre la structure de cet organe.

(**) 1, rein; 2, testicule et épididyme; 3, 3, péritoine; 4, canal déférent; 5, vessie; 7, 7, ligament de Fallope; 8, faisceau interne du gubernaculum; 9, faisceau externe; 6, faisceau central 10, insertion de ce faisceau au scrotum.

plus externe se porte en dehors, et se perd sur le ligament de Fallope; le plus interne se dirige en dedans et se termine au pubis; arrivées au voisinage de l'extrémité inférieure du testicule, les fibres qui font suite à ces faisceaux décrivent des anses à convexité supérieure. L'axe central continue la direction du gubernaculum et s'insère à la face profonde de la peau du scrotum.

Le péritoine affecte avec le testicule le même rapport que la tunique vaginale chez l'adulte; il entoure le testicule de toutes parts, excepté en arrière, là où arrivent dans cet organe les vaisseaux et les nerfs. Cette séreuse tapisse de la même façon le gubernaculum testis, et forme du côté de la paroi abdominale postérieure un repli qui maintient celui-ci en rapport avec cette paroi. Au niveau des insertions inguinales du gubernaculum, le péritoine se prolonge dans une partie de l'épaisseur de la paroi ventrale, de telle sorte qu'il existe déjà dans cette paroi une ouverture qui correspond à ce qui sera plus tard l'anneau interne du canal inguinal.

Jusqu'au troisième ou quatrième mois, le testicule ne change pas de position; mais, à partir de cette époque, il descend vers les insertions du gubernaculum, entraînant avec lui la séreuse qui lui est intimement unie; puis, vers le septième mois, il s'engage dans l'ouverture abdominale, et arrive, en général, au huitième mois, c'est-à-dire avant la naissance, dans le scrotum. En passant de l'abdomen dans les bourses, le gubernaculum est devenu crémaster, et la tunique vaginale représente une sorte de diverticulum de la séreuse abdominale, avec laquelle elle communique librement. Ce diverticulum ne tarde pas à s'oblitérer à partir d'une petite distance au-dessus du testicule, jusqu'à l'anneau interne du canal inguinal.

FIG. 40 (*).

Aujourd'hui tout le monde est d'accord pour attribuer la migration du testicule au gubernaculum, dont la structure musculaire est hors de doute. Pour Curling et Godard, les trois faisceaux d'insertion auraient chacun un rôle particulier à remplir. Les fibres qui se fixent au ligament de Fallope dirigeraient la glande dans l'épaisseur de la paroi abdominale, celles qui s'insèrent au pubis l'amèneraient au dehors, enfin celles qui se rendent au scrotum la conduiraient au lieu qui lui est destiné. M. Robin pense cependant que le faisceau scrotal n'a pas cet usage; pour lui, ce faisceau ne serait pas musculaire, et le testicule arriverait dans le scrotum, soit par son

(*) Cette figure est destinée à montrer comment se forme la tunique vaginale aux dépens du péritoine. 1, place qu'occupe le testicule; 2, tunique vaginale; 3, cavité abdominale limitée par le péritoine; 4, prolongement d'abord canaliculé du péritoine représenté ici oblitéré.

propre poids, soit par la pression des viscères. Pour M. Rouget, la contraction du gubernaculum ne pourrait amener le testicule que jusqu'à la partie moyenne du canal inguinal; ce serait la contraction des parois musculaires de ce canal qui chasserait le testicule au dehors, et celui-ci parviendrait au fond des bourses par une rétraction lente du faisceau moyen, qu'il regarde aussi comme étant purement celluleux.

On peut voir, d'après ce que nous venons de dire, que, depuis l'instant où le testicule a commencé à apparaître, jusqu'à celui où il est arrivé dans le scrotum, il s'est passé pour son développement et sa migration une série d'actes complexes qui, dans la généralité des cas, s'accomplissent avec la plus grande régularité, et presque à heure fixe. Mais, par le fait de causes très-variées et dont la nature échappe quelquefois, le développement ou la migration de cet organe ou de son conduit excréteur peut se faire irrégulièrement, ou bien rester incomplet; de là des anomalies du plus haut intérêt, au point de vue surtout des conséquences physiologiques qu'elles entraînent avec elles.

1° TESTICULES SURNUMÉRAIRES. — On a signalé des exemples de trois testicules (Blasius, Blümener, Macann et Prankerd). Blégny a parlé d'un homme ayant quatre testicules; Schaarf en aurait même rencontré cinq. Mais comme, dans tous ces cas, l'autopsie des sujets n'a pas été faite, il y a tout lieu de croire que des kystes ou quelques autres tumeurs, graisseuses ou fibreuses, en ont imposé pour des testicules.

2° SYNORCHIDIE. — On a trouvé les deux testicules unis sur la ligne médiane dans l'abdomen (Geoffroy Saint-Hilaire); on les a trouvés unis dans l'intérieur du scrotum, la cloison du dartos manquant (Alardus, Hermanus, Cummenus, Leal Lealis, Sédillot).

3° ANORCHIDIE. — Ce vice de conformation consiste dans l'absence congénitale du testicule. Il a été nié par J. Geoffroy Saint-Hilaire, Blandin et Velpeau. Ces auteurs ont pensé qu'il pouvait être simulé par l'arrêt de la glande séminale dans l'abdomen. Aujourd'hui il est mis hors de doute. L'anorchidie peut être unilatérale ou bilatérale.

a. *Anorchidie unilatérale.* — Deux cas peuvent se présenter : 1° le testicule peut manquer, l'épididyme et le canal déférent existant (Deville, Gosselin, Follin, Legendre); 2° le testicule et l'épididyme peuvent manquer, le canal déférent existant (Ripault, Paget, Cruveilhier, Legendre, Bastien, Godard).

Les sujets qui sont atteints de ce vice de conformation, par cela même qu'ils possèdent un testicule intact, jouissent de tous les caractères de la virilité. Rien dans leur extérieur ne traduit l'absence d'un testicule; ils entrent en érection, sont féconds à l'égal des individus pourvus de deux testicules sains.

b. *Anorchidie bilatérale.* — Cabrol, Itard de Riez, Ansiaux, MM. Friese, Fisher, Legendre, Bastien, Godard, ont fait connaître des exemples de cette anomalie; contrairement à ce qui arrive pour l'anorchidie unilatérale, l'absence des deux testicules entraîne avec elle des modifications

notables dans le développement corporel, dans les facultés morales et les facultés génésiques. Nous empruntons à Godard le tableau suivant de ces sujets : ils ont au pubis des poils fins et clair-semés, la verge est petite, le scrotum manque, en général; toutefois il peut être indiqué si les canaux déférents sont descendus. La prostate et la vessie sont peu développées. Jamais ces sujets n'éprouvent de penchants pour les femmes, leur impuissance et leur infécondité sont absolues. Ils possèdent des formes féminines; leurs traits sont délicats, peu accusés; leur peau est d'un blanc mat; ils n'ont aucun poil ni à la poitrine, ni à l'aisselle, ni au menton. Ils sont peu énergiques, craintifs, rougissent facilement. Leur force musculaire est peu considérable; la trachée, le larynx, ne sont pas aussi développés que chez les autres hommes. Leur voix, au lieu de muer, reste ce qu'elle était auparavant, elle ressemble à la voix de femme. Ils paraissent plus jeunes que leur âge. Leur existence ne semble ni plus courte, ni plus longue que celle des autres hommes. Enfin ils redoutent la société des femmes, car ils ont conscience de leur infirmité.

4° ABSENCE CONGÉNITALE DU CANAL DÉFÉRENT, DU RÉSERVOIR SÉMINAL, LE TESTICULE EXISTANT. — On a trouvé les canaux déférents absents dans leur partie terminale, tandis que ces canaux existaient dans le reste de leur étendue, ainsi que le testicule (Tenon, Mayer de Bonn, Parise). On a vu le canal déférent perdu dans les parois latérales de la vessie, la vésicule séminale manquant (Parisot). Quelquefois le canal déférent est interrompu sur son trajet et remplacé par un tractus fibreux (Cusco). La plus grande partie du canal déférent peut manquer congénitalement, la vésicule séminale existant ou non (Bosscha, Gosselin). Enfin une partie de l'épididyme peut être absente (Hunter, Brugnone).

Les sujets atteints de ce vice de conformation sont puissants, mais inféconds, s'il est bilatéral; ils sont puissants et féconds s'il est unilatéral. Dans les deux cas, rien dans la constitution ou les facultés morales ne reflète l'état des organes génitaux.

Le peu de retentissement qu'a sur l'organisme entier l'absence d'une partie des voies d'excrétion spermatique, les testicules étant intacts, s'explique par la persistance du travail sécrétoire qui s'effectue dans ces organes. Les observations à l'appui de cette persistance manquent en réalité chez l'homme, mais les expériences faites sur les animaux l'ont mise hors de doute. Curling s'est assuré que l'excision partielle du canal déférent, pratiquée chez les jeunes animaux, n'a pas empêché le développement ultérieur du testicule, qui a acquis, malgré cette mutilation, son volume normal et a fonctionné comme s'il n'était pas privé de son conduit excréteur. D'autre part, les observations du même auteur, ainsi que celles de Cooper, de M. Gosselin, de Godard, ont fait voir que si la glande a commencé à sécréter, elle n'éprouve, après la résection de son canal déférent, aucune altération pathologique grave, et continue à sécréter du sperme chargé d'animalcules spermatiques; seulement le sperme s'accumule dans les

canaux épididymaires et dans la portion épididymaire du canal déférent.

Les anomalies dont nous venons de parler, à part la synorchidie, s'expliquent, soit par une atrophie, soit par un arrêt de développement des diverses parties qui entrent dans la constitution de l'appareil spermatique; le testicule, l'épididyme, le canal déférent, se développant séparément dans les premiers temps de la vie embryonnaire, l'une ou l'autre de ces parties peut ne pas apparaître, ou s'atrophier après son apparition. Les vices de conformation que nous allons signaler ont pour origine, soit l'arrêt que subit le testicule lors de sa migration en un point quelconque de son trajet, soit une déviation dans la marche que lui imprime le gubernaculum.

5° MONORCHIDIE (μονος, seul; ορχις, testicule) et CRYPTORCHIDIE (κρυπτειν, cacher). — La monorchidie consiste dans l'absence d'un testicule dans les bourses, l'autre étant descendu; la cryptorchidie consiste dans l'absence dans les bourses des deux testicules.

Les sujets atteints de ce vice de conformation sont assez rares : ainsi, en Angleterre, dans l'examen de jeunes gens appelés au service militaire, Rennes, sur environ trois mille six cents individus, ne trouva que trois monorchides ; d'autre part, Marschall, sur un total de dix mille huit cents conscrits, ne rencontra que dix monorchides et un seul cryptorchide.

Depuis longtemps ces vices de conformation ont été signalés (A. Paré, H. Meibomius, Pierre de Marchettis, Haller, etc.); mais la plupart des auteurs qui en ont parlé se sont contentés d'accorder à ces faits un simple intérêt anatomique; quelques-uns, cependant, signalèrent la stérilité chez des sujets cryptorchides, mais ces observations, infirmées par des faits contraires, firent que l'on y attacha peu d'importance.

En 1851, MM. Goubaux et Follin établirent nettement cette proposition, que les testicules arrêtés dans leur migration ne sont plus aptes à fournir de spermatozoïdes. Pour ces auteurs, l'absence des spermatozoïdes tient à une altération des testicules; ceux-ci sont atrophiés et ont subi une dégénérescence fibreuse qui porte surtout sur les canalicules séminifères. Quelquefois même le testicule a subi une transformation graisseuse.

En 1856, Godard reprit cette question, et, dans un travail remarquable, dans lequel il réunit cinquante-huit cas de monorchidie et six observations de cryptorchidie, il corrobora les vues de MM. Goubaux et Follin sur le fait de l'absence des spermatozoïdes; mais il s'éloigna de ces auteurs touchant la cause de cette absence. Pour lui, le testicule, loin d'être à l'état fibreux ou graisseux, serait absolument identique au testicule normal, si ce n'est, peut-être, qu'il serait un peu plus petit, et que sa consistance serait moindre. Les canalicules qu'il renferme s'effileraient parfaitement, peut-être mieux qu'à l'état sain. L'observation, à la vue simple ou au microscope, ne montrerait pas la moindre altération. Mais on ne trouverait de spermatozoïdes ni dans le testicule, ni dans les vésicules séminales correspondantes ; à leur place existent de l'épithé-

lium nucléaire, des globules de sang et quelques globules graisseux. Godard attribue l'absence des spermatozoïdes, non, par conséquent, à une altération dans la structure de la glande séminale, mais à une anémie qu'il rapporte au défaut de secousses de la part d'une tunique musculaire analogue au crémaster. Pour cet auteur, lorsque le testicule est dans les bourses, ces secousses, lors du coït, exciteraient la circulation dans la glande, et par cela même la sécrétion.

La conséquence à tirer de ces faits, c'est que, chez le monorchide, le testicule descendu est le seul apte à la génération, et le cryptorchide est fatalement infécond. Une proposition aussi générale que cette dernière n'est pas admise par tous les auteurs, mais on comprendra facilement combien sont difficiles les recherches de la paternité. Godard, dont l'habileté dans ce genre de perquisition nous était si connue, n'a pas hésité dans ses conclusions : « Les hommes, dit-il, dont les testicules, quoique développés, sont incomplétement descendus, sont puissants, éjaculent du sperme privé d'animalcules, mais ne peuvent féconder. »

La monorchidie n'a aucune influence ni sur l'habitude extérieure du corps, ni sur le moral, ni sur la voix, ni sur les forces physiques. Il n'en est pas toujours de même de la cryptorchidie. Selon Godard, les cryptorchides, d'ordinaire, sont de taille moyenne; ils ont peu d'embonpoint; leur teint est pâle, leurs cheveux sont le plus souvent blonds, fins, lisses. Ceux dont les testicules sont arrêtés dans leur migration ont quelquefois des moustaches, mais composées de poils fins et clair-semés. Chez eux, les joues ne sont pas garnies de favoris, de plus ils n'ont de poils ni sur la poitrine, ni aux aisselles, le pubis seul en présente une quantité variable. Ceux dont l'appareil testiculaire n'est représenté des deux côtés que par les canaux déférents sont absolument glabres, le pubis seul possède quelques poils courts et rares. Les cryptorchides sont moins forts, moins vigoureux que les autres hommes; leur voix, très-faible, est d'un timbre élevé. Ceux chez lesquels l'appareil séminal n'est représenté que par les canaux déférents ont la voix de femme, elle ressemble à celle du castrat. Les cryptorchides paraissent, en général, plus jeunes qu'ils ne sont, ce qui tient sans doute à l'absence de la barbe. Ils sont peu énergiques, craintifs, timides; certains aiment à s'occuper des travaux qui sont plutôt du ressort de la femme.

Quelle que soit l'autorité de Godard sur cette matière, nous pouvons affirmer que ce tableau ne doit pas s'appliquer à tous les cryptorchides. Nous n'en n'avons rencontré encore qu'un seul, et il était loin de présenter les caractères établis ci-dessus. Ce cryptorchide était de haute taille, brun, à favoris fort épais, portant des poils nombreux sur le pubis, sur la poitrine, dans l'aisselle : sa force musculaire était très-développée; il se livrait avec la plus grande énergie aux divers travaux de la campagne, tels que ceux du labourage; il était grand chasseur. Sa voix était plutôt forte que faible, son intelligence développée, son caractère énergique. En un mot, rien dans son extérieur, ni dans ses forces, ni dans ses facultés

morales, ne trahissait l'absence complète de testicules dans les bourses. Mais, quoique très-puissant, il était infécond ; car son sperme, examiné au microscope, ne nous montra aucune trace de spermatozoïdes.

Il peut se faire que les testicules opèrent tardivement leur descente. Mayor (de Lausanne) a rapporté l'histoire d'un homme chez lequel le testicule droit commença à descendre à l'âge de trente-cinq ans ; sur un sujet observé par Godard, le testicule gauche s'est engagé dans le canal inguinal à l'âge de vingt-cinq ans ; chez un autre observé par le même auteur, le testicule gauche n'est arrivé dans le scrotum qu'à l'âge de douze ans. S'il s'agissait d'un cryptorchide, la fécondité reviendrait-elle, quand le testicule est parvenu dans les bourses ? Un fait signalé par Verdier semble le démontrer.

L'étude que nous avons faite sur le développement du testicule nous permet de comprendre la plupart des variétés que présentent la monorchidie et la cryptorchidie.

1° Si le testicule et l'épididyme ne se sont pas développés, et que le canal déférent seul persiste, on pourra trouver le canal déférent seul dans le scrotum ; dans ce cas, le gubernaculum s'est inséré supérieurement à l'origine du canal, comme d'habitude, et a opéré sa descente malgré l'absence du testicule.

2° L'absence, l'atrophie ou la paralysie du gubernaculum laisseront le testicule à la place où il s'est développé, c'est-à-dire contre la paroi postérieure de l'abdomen (ectopie abdominale).

3° Si une inflammation s'empare du testicule, alors que le testicule descend, celui-ci pourra contracter des adhérences avec les parties voisines, adhérences qui l'empêcheront de continuer sa migration ; habituellement, dans ce cas, il se trouve dans la fosse iliaque (inclusion iliaque).

4° Si le gubernaculum s'attache à l'épididyme et non au testicule, l'épididyme et le canal déférent viendront dans les bourses, tandis que le testicule restera dans l'abdomen ou le canal inguinal.

5° Si le faisceau scrotal et celui qui s'insère au pubis manquent, la glande restera dans l'abdomen ou dans le canal inguinal (inclusion inguinale).

6° Si, anormalement, le faisceau moyen s'attache à la peau du pli cruro-scrotal, du pli crural, du périnée, le testicule, au lieu d'être entraîné vers le scrotum, sera dirigé vers ces diverses régions.

Vice de conformation rare chez l'homme, la cryptorchidie est l'état normal chez le plus grand nombre des animaux. Le testicule est situé au niveau du détroit supérieur du bassin, chez les monotrèmes, les cétacés vrais, les herbivores, les amphibies, les édentés et quelques pachydermes. Il est dans la région inguinale, à l'état permanent, chez un grand nombre de rongeurs, de ruminants, chez quelques pachydermes et plusieurs carnassiers. Il se trouve dans le périnée chez la civette et le cochon. Chez un grand nombre d'animaux, les cheiroptères, les taupes,

les musaraignes, les hérissons, les cochons d'Inde, les porcs-épics, le castor, etc., les testicules, qui sont ordinairement dans le bas-ventre, descendent, soit dans l'aine, soit sous la peau du périnée, au moment des amours.

Enfin, les testicules sont, comme chez l'homme, suspendus dans des bourses, chez les quadrumanes, la plupart des carnivores, chez les didelphes, chez la plupart des solipèdes. Mais, chose remarquable, dans le cas où les testicules se trouvent dans les bourses, l'oblitération des canaux vaginaux est extrêmement rare; elle serait même, selon Godard, spéciale à l'homme et au chimpanzé d'Afrique. Très-probablement cette oblitération est en rapport avec la station bipède. Signalons, enfin, ce fait non moins remarquable au point de vue de la pathologie comparée, c'est que les hernies scrotales n'existent pas chez les animaux qui ont la tunique vaginale en libre communication avec la cavité abdominale.

Index bibliographique (Développement, migration, anomalies des testicules).—MULLER, *Bildungsgeschichte der Genitalien*, 1830. — KOBELT, *Nebeneirstock des Weibes*, 1847. — CURLING, *Traité pratique des maladies du testicule*, traduction par L. Gosselin. Paris, 1857. — GODARD, *Études sur la monorchidie et la cryptorchidie chez l'homme* (*Mémoires de la Société de biologie*, année 1856). — GIRALDÈS, *Recherches anatomiques sur le corps innominé* (*Journal de physiologie de l'homme et des animaux*, t. IV, année 1861. ROBIN, *Recherches sur la nature musculaire du gubernaculum testis, et sur la situation du testicule dans l'abdomen* (*Comptes rendus et Mémoires de la Société de biologie*. Paris, 1849). — ROUGET, *Mémoire sur le gubernaculum testis et la descente du testicule*, in *Journal de physiologie de l'homme et des animaux*, année 1860. — BLASIUS, *Observ. med. anat.*, obs. XX. — BLUMENER, *Rust's Magasin für die gesammte Heilkunde*, 1824. — MACANN et PRANKERD, *Notes de la Gazette médicale*, 1863. — BLEGNY, *Zodiaque français*, 2e année. — SCHAARF, *Éphémérides des curieux de la nature*, décembre, 3e année. — GEOFFROY SAINT-HILAIRE, *Histoire des anomalies de l'organisation*, t. I. — BLANDIN, *Anatomie topographique*. Paris, 1834. — VELPEAU, *Traité complet d'anatomie chirurgicale*. Paris, 1837. — DEVILLE, *Bulletins de la Société anatomique de Paris*. Paris, 1848, t. XXIII. — GOSSELIN, *Bulletins de l'Académie nationale de médecine*. Paris, 1851, t. XVI. — FOLLIN, *Archives générales de médecine*. Paris, 1851, t. XVI. — LEGENDRE, *Mémoires de la Société de biologie*, année 1856. — RIPAULT, *Bulletins de la Société anatomique de Paris*. Paris, 1833, t. VIII. — PAGET, *London Medical Gazette*. London, 1841, vol. XXVIII). — CRUVEILHIER, *Traité d'anatomie pathologique générale*. Paris, 1856, t. III. — LEGENDRE, *Mémoires de la Société de biologie*, année 1856. Paris, 1857. — BASTIEN, *Gazette médicale de Paris*, année 1859. — GODARD, *Note sur l'absence congénitale du testicule* (*Mémoires de la Société de biologie*, année 1859 pour 1860). — CABROL, *Alphabet anatomic*. Tovrnon, MDXCIII. — ITARD DE RIEZ, *Mémoires de la Société médicale d'émulation*. Paris, an VIII, 3e année. — ANSIAUX, *Journal de médecine, chimie et pharmacie* de Corvisart. Paris, 1807, t. XIV. — FRIESE, *Casper's Wochenschrift*, décembre 1841. — FISHER, *The American Journal of the Medical Sciences* Philadelphie, 1838, vol. XXIII. — LEGENDRE et BASTIEN, *Gazette médicale de Paris*, année 1859. — TENON, *Mémoires sur quelques vices des voies urinaires et des parties de la génération dans trois sujets du sexe masculin*, in *Histoire de l'Académie royale de sciences de Paris*, année 1761. Paris, 1763. — MAYER (de Bonn), *Journal des progrès des sciences et institutions médicales*. Paris, 1827, t. IV. — PARISE, *Bulletins de la Société anatomique de Paris*, 1857, vol. XII. — PARISOT, *Gazette des hôpitaux de Paris*, année 1856. — CUSCO, cité par Godard, *loc. cit.* — BOSSCHA, *Dissertatio sistens observationem de vesiculæ seminalis sinistræ defectu, integris testibus, vase vero deferente sinistro closo*. Leidæ, 1813. — GOSSELIN, *Mémoires sur les oblitérations des voies spermatiques*, in *Archives générales de médecine*. Paris, 1847, t. XIV. — J. HUNTER, *the Works of John Hunter*, edited by Palmer. London, 1837, vol. IV. — M. BRUGNONE, *Observations sur les vésicules séminales* (*Mémoires de l'Académie royale des sciences de Turin*, années 1786 et 1787. — CURLING, *loc. cit.* — A. COOPER, *Anatomie du testi-*

cule. — GOSSELIN, *Archives générales de médecine*, septembre 1853. — A. PARÉ, *Opera*, lib. VII. — H. MEIBOMIUS, *De calculo renum disputatio.* — PIERRE DE MARCHETTIS, *Obs. med. chirurg.*, obs. LVIII. — HALLER, *Opuscula pathologica.* — FOLLIN, *Études anatomiques et pathologiques sur les anomalies de position et les atrophies du testicule* (*Arch. de médecine*, juillet 1851). — GOUBAUX et FOLLIN, *De la cryptorchidie chez l'homme et les principaux animaux domestiques* (*Mémoires de la Société de biologie*, année 1856). — MAYOR (de Lausanne), *Gazette médicale*, 1836. — VERDIER, *Traité des hernies*, p. 446. — J. PALMER, *the Works of John Hunter*, edited by James Palmer. London, 1837, vol. IV.

SPERME.

On appelle *sperme* le liquide qui s'échappe du canal de l'urèthre sous l'influence de l'éréthisme vénérien. Ce liquide est des plus complexes; il est le produit de la sécrétion testiculaire, de la sécrétion des glandules du canal déférent, de la sécrétion des vésicules séminales, des glandes de Cooper et des glandes uréthrales. C'est ce liquide mixte que nous étudierons tout d'abord, avant d'étudier isolément les diverses humeurs qui s'unissent entre elles pour le former.

QUANTITÉ. — La quantité de sperme rendue par un homme pendant le coït a été recherchée par M. Montegazza. Cet auteur a cru pouvoir établir qu'un homme fournit à chaque éjaculation une quantité de sperme qui varie entre $0^{gr},75$ et 6 grammes, et pour le même homme le rapport serait de 1 à 8. Il faut tenir compte toutefois de nombreuses variations individuelles, relatives surtout au degré de continence.

PROPRIÉTÉS PHYSIQUES. — La couleur du sperme est blanchâtre, ou blanc grisâtre. Sa densité est plus grande que celle de l'eau; sa consistance est mucilagineuse plutôt que visqueuse. Son odeur est caractéristique, on l'a comparée à celle de la fleur de châtaignier. Sa saveur est légèrement salée.

Au contact de l'air, le sperme se dessèche et prend une couleur légèrement jaunâtre. Desséché, il donne la consistance de l'empois au linge qui en est imprégné. Quand il est abandonné à lui-même sous un verre de montre, de manière que la dessiccation soit moins rapide, il se charge de vibrions et dégage une forte odeur ammoniacale.

CARACTÈRES CHIMIQUES. — La réaction du sperme est neutre ou faiblement alcaline. Quand on le filtre, le liquide qui passe ne se coagule pas par l'ébullition; les acides produisent un léger trouble qui disparaît dans un excès de réactif et se reproduit d'une manière plus marquée sous l'influence du cyanoferrure de potassium. Le cyanoferride de potassium, l'alcool, l'alun, ne produisent aucun trouble, l'acide tannique n'en produit qu'un très-faible (Kölliker). De ces diverses réactions, on peut conclure qu'il existe dans le sperme un corps albumineux. Ce corps a été nommé par Berzelius *spermatine*. Selon M. Robin, il serait comparable à la mucosine.

L'analyse du sperme faite par Vauquelin a donné :

Eau	90
Matières extractives	6
Phosphates calcaires et hydrochlorates de chaux	3
Soude	3

CARACTÈRES MICROSCOPIQUES. — Sous le champ du microscope on aperçoit dans le sperme humain :

1° Des cellules épithéliales pavimenteuses, qui proviennent de la muqueuse uréthrale; des noyaux sphériques et des cellules cylindriques qui proviennent de la muqueuse du canal déférent ou de l'épididyme.

2° Des leucocytes qui se sont formés à la surface des voies d'excrétion.

3° De fines granulations arrondies, sphériques, réfractant la lumière à la façon des matières grasses.

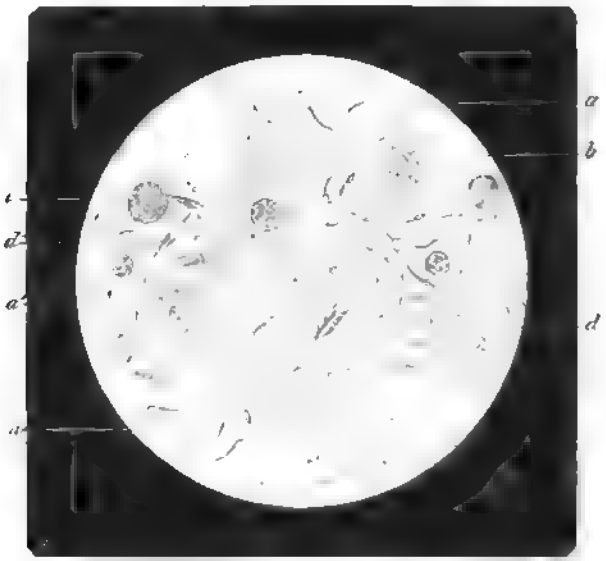


FIG. 11. — Sperme de l'homme vu au microscope (*).

4° Des vibrions, si le sperme a subi pendant un certain temps le contact de l'air.

5° Des cristaux de phosphate de magnésie qui n'apparaissent que quand le sperme est refroidi. Ces cristaux sont prismatiques, obliques à base rhomboïdale.

6° Des plaques grisâtres de volume et de forme variables, réfractant faiblement la lumière (sympexions).

(*) a, a, spermatozoïdes anormaux, a'; spermatozoïdes à petite tête que l'on trouve chez certains sujets. b, cellule épithéliale pavimenteuse; à gauche, large plaque séminale (sympexion); c, leucocytes. Les fines granulations éparses dans la préparation représentent les granulations de l'humeur prostatique auxquelles le sperme doit principalement sa couleur.

7° Enfin, on rencontre des filaments mobiles, sur lesquels nous allons concentrer notre attention.

Spermatozoïdes. — Les spermatozoïdes (vers spermatiques, zoospermes, spermatozoaires, animalcules spermatiques, molécules spermatiques, zooplastes) représentent la partie réellement fécondante du sperme ; aussi les trouve-t-on, sans exception, chez tous les animaux qui possèdent un liquide spermatique, chez les zoophytes, les mollusques, les insectes, aussi bien que chez tous les vertébrés. Envisagés dans la série animale, ils présentent des formes extrêmement nombreuses qui, cependant, peuvent être ramenées aux trois types suivants : les uns sont plus ou moins arrondis, comme ceux des poissons ; les autres sont effilés, sétiformes, ne présentant aucun renflement, ni sur leur trajet, ni à leur extrémité, comme ceux de la grenouille ; les troisièmes, enfin, sont pourvus de deux parties distinctes, une partie renflée, la tête, à laquelle fait suite une partie amincie, la queue, comme ceux de la plupart des mammifères.

Fig. 12. — Spermatozoïdes de divers animaux (*).

Dans leur volume, ils peuvent présenter aussi de grandes variétés ; le spermatozoïde le plus volumineux est celui du limaçon, il a presque 1 millimètre de long ; il est plus volumineux que celui de la baleine. Chez le chien et le chat, ces corpuscules sont à peu près aussi longs que chez l'homme ; chez la souris, ils ont une longueur trois ou quatre fois plus considérable ; chez le rat, la longueur est encore plus grande. Le hérisson est un des animaux qui possèdent les plus petits. Nous trouvons ici un fait que nous aurons plus d'une fois l'occasion de rappeler, c'est que le volume des éléments organisés, comparé dans la série zoologique, est loin d'être toujours en rapport avec le volume du corps de l'animal.

(*) A, spermatozoïde du cochon d'Inde ; B, du taureau ; C, du mouton ; D, du cheval ; E, du lapin ; F, du rat, G, G', de l'homme, H, du coq ; I, du mouton, K, du pigeon ; L, de la perche ; M, du brochet, N, O, de la grenouille (en hiver) ; P, granulations mobiles du sperme chez le même animal ; Q, spermatozoïdes de la grenouille (en été) ; S, spermatozoïde du unonobranche.

Envisagés chez le même animal, ils présentent un volume sensiblement égal.

Leur nombre, chez les diverses espèces, est extrêmement variable; ce sont les poissons et les batraciens qui paraissent en fournir les plus grandes quantités.

Les spermatozoïdes de l'homme possèdent une partie renflée, piriforme, la tête ou le corps; à cette partie renflée fait suite une partie allongée, la queue. La tête et la queue sont aplaties. Leur longueur totale est de $0^{mm},050$, leur largeur est de $0^{mm},003$, leur épaisseur de $0^{mm},001$ à $0^{mm},002$. Quelques auteurs ont pensé que la longueur des filaments spermatiques variait avec la faculté procréatrice des individus; mais on trouve des individus peu féconds qui possèdent des filaments spermatiques très-longs, et réciproquement. La tête n'a guère en longueur que la vingtième partie de celle de la queue; vue à un grossissement de 750 diamètres, elle paraît excavée. Quelquefois la tête ou la partie antérieure de la queue est entourée par une espèce de collerette, débris du noyau dans lequel le spermatozoïde s'est développé. Généralement, la queue suit l'axe de la tête, quelquefois elle fait un angle avec la tête; la queue est souvent aussi enroulée sur elle-même ou autour de la tête, c'est là un signe que les mouvements ne reviendront plus. Enfin, quelques auteurs ont signalé des spermatozoïdes à deux têtes et une seule queue, ou à deux queues et une seule tête; mais il y a tout lieu de penser que dans ces cas, une tête ou une queue détachée de filaments spermatiques s'est accidentellement attachée à une queue ou à une tête d'un spermatozoïde complet.

Godard a rencontré cinq fois, sur plus de trois cents individus, une deuxième variété de filaments spermatiques dans le sperme éjaculé (voyez fig. 72, G'). Ces filaments ont une tête très-petite, mais parfaitement formée; la queue n'offre rien de spécial. Les spermatozoïdes de cette variété ont des mouvements tellement vifs et rapides, que l'œil peut à peine les suivre sous le champ du microscope. Ils ont aussi ceci de particulier, c'est que leurs mouvements persistent longtemps après que ceux des spermatozoïdes de la première variété ont cessé. Les spermatozoïdes à petite tête, dont parle Godard, nous ont paru exister assez fréquemment au milieu de spermatozoïdes types. Godard a aussi signalé dans le sperme éjaculé des filaments munis d'une tête extrêmement volumineuse; ceux-là seraient plus rares.

A de très-rares exceptions près, les spermatozoïdes, examinés aussitôt l'éjaculation, sont doués de mouvements. Ces mouvements se font toujours dans la direction de la tête. Ils reçoivent leur impulsion de la queue. Le professeur Grohe (de Greifswald) a signalé certains changements de forme que prenait la tête chez des spermatozoïdes recueillis dans un kyste spermatique. La tête revenait sur elle-même, diminuait de volume en devenant arrondie, ou en affectant la forme de biscuit, puis reprenait ses dimensions. Ces changements de forme étaient extrêmement variés, et se succédaient avec une grande rapidité. M. Grohe conclut de ses

observations que ce sont les mouvements de la tête qui entraînent la locomotion du spermatozoïde. Mais cet auteur s'en est laissé sans doute imposer par les variations de calibre que paraissent présenter les têtes de filaments, alors qu'ils tournent autour de l'axe de leur corps; comme les têtes sont aplaties transversalement, on les voit, dans ce cas, présenter des surfaces diversement étendues, suivant la position qu'elles affectent par rapport à l'œil de l'observateur.

Les spermatozoïdes paraissent dans leur mouvement déployer une certaine force; quand, en effet, ils rencontrent dans leur trajet une cellule épithéliale ou un cristal, ils lancent ceux-ci à une certaine distance. La vitesse dont ils sont animés est assez grande; elle serait, selon quelques auteurs, de $0^{mm},060$ par seconde. Ils parcourraient par conséquent, en une seconde, une distance à peu près égale à la longueur de leur corps.

Quand le sperme est abandonné à lui-même, il est rare que les mouvements des spermatozoïdes durent plus de vingt-quatre heures, à moins que cette humeur ne soit conservée dans un vase bien fermé, dans lequel cas ils peuvent persister quarante à soixante heures. Si le sperme a été déposé dans les voies génitales de la femelle, les mouvements persistent plus longtemps. Bischoff, Prévost et Dumas, les ont vus dans du sperme pris dans les trompes de chiennes et de lapines sept à huit jours après la copulation. Chez la vache, on les a constatés six jours après le coït. Enfin, pour ce qui concerne les spermatozoïdes de l'homme, le docteur S. R. Percy (de New-York) dit en avoir recueilli de vivants dans le col de l'utérus, huit jours après le dernier coït, sur une femme qui avait bien voulu se prêter à cette expérience.

La mort de l'animal n'anéantit pas subitement les mouvements des spermatozoïdes. Kölliker a rencontré des filaments encore mobiles dans l'épididyme et le canal déférent d'un taureau, six jours après la mort de l'animal. Chez l'homme, les mouvements ne durent guère plus de vingt-quatre heures; cependant, chez un supplicié, Godard a trouvé dans le liquide pris dans les canaux déférents et l'épididyme des spermatozoïdes encore mobiles trente-huit et soixante-douze heures après la décapitation.

Les divers individus sont loin de posséder dans leur sperme une quantité égale de spermatozoïdes. En examinant divers échantillons de ce liquide provenant de sujets bien portants, on peut trouver des variations numériques sensibles chez les uns et chez les autres, variations qui ne peuvent s'exprimer par des chiffres, mais facilement appréciables pour peu qu'on soit habitué à ce genre d'observations. Si l'éjaculation spermatique est répétée à la même distance, on peut constater de très-grandes différences à chaque éjaculation dans la quantité et même dans le volume des spermatozoïdes. Il peut arriver aussi que le liquide d'une éjaculation en soit complétement dépourvu, quand le liquide de la précédente et de la suivante en possédait (Casper). Enfin, chez certains sujets qui n'abusent point du coït, le sperme peut ne contenir que de rares spermatozoïdes; à

peine en trouve-t-on un ou deux sous chaque champ du microscope, sans que ces sujets soient atteints d'aucun vice constitutionnel ou d'aucune altération des voies spermatiques.

L'absence complète des spermatozoïdes ne paraît même pas devoir être très-rare. Casper, qui s'est livré d'une façon toute particulière à ce genre de recherches, n'a pas trouvé de filaments spermatiques dans les vésicules séminales d'un certain nombre de sujets irréprochables quant à leur constitution et à l'état de leurs voies séminales.

Les observations de Casper ont été confirmées par celles de M. Hirtz. Cet auteur a vu certains hommes des mieux constitués, et n'ayant jamais eu d'affections testiculaires, privés complétement de spermatozoïdes. M. Hirtz fait remarquer que, parmi ces hommes, il y en avait qui non-seulement étaient puissants, mais encore très-portés au coït; de plus, l'éjaculation n'était suivie chez aucun d'eux de ce sentiment de fatigue, qui généralement lui fait suite.

Enfin, M. Montegazza, sur soixante-dix-huit sujets de seize à soixante ans, dont il a examiné les testicules, en a trouvé onze, chez lesquels il n'existait aucun spermatozoïde. Ces onze sujets étaient ainsi répartis : 5 do 16 à 20 ans, 3 de 20 à 40, 3 de 40 à 60.

Ces observations sont d'un très-haut intérêt, car elles nous enseignent que l'absence des spermatozoïdes, signe infaillible de la stérilité, peut tenir à un trouble purement fonctionnel qu'il est impossible de soupçonner sans l'intervention du microscope. Elles sont aussi d'une très-grande importance au point de vue médico-légal, car, si des spermatozoïdes trouvés dans une tache faite sur un vêtement par du sperme révèlent indubitablement la présence de cette humeur, il est bien certain que l'absence de ces filaments dans une tache n'implique pas que cette tache ne soit pas une tache spermatique.

Examen médico-légal des taches spermatiques. — La justice est souvent appelée à se prononcer, dans les cas de viol, sur la nature des taches trouvées sur les vêtements de la victime. Le médecin seul peut être compétent dans ce genre d'expertise. Il faut bien savoir, pour ce qui concerne le sperme, que, ni l'aspect de la tache, ni l'odeur qu'elle dégage quand elle est en contact avec de l'eau, ne sont assez caractéristiques pour que l'on soit affirmatif sur sa nature. L'examen microscopique seul peut éclairer la question.

Cet examen doit nécessairement être précédé d'une opération préalable, en vue de faire repasser le sperme à l'état liquide. Cette opération doit être ainsi faite : On découpe une bandelette dans la tache, ou l'on détache avec des ciseaux celle-ci tout entière; puis, on fait tremper l'extrémité du morceau ainsi préparé dans une capsule de verre contenant de l'eau. L'eau monte par capillarité, et la tache, en se gonflant, reprend l'aspect qu'elle avait à l'état frais. Alors on racle légèrement la surface de la bandelette sur laquelle le sperme a été déposé, et l'on porte la matière sur le verre; on la divise, s'il est besoin, avec deux aiguilles, puis on ajoute une

petite quantité d'eau. Ce liquide, porté sous le champ du microscope, permet de reconnaître les spermatozoïdes tels que nous les avons décrits, de plus des spermatozoïdes avec des queues brisées, des têtes détachées. Mais souvent, dans cette exploration, on ne trouve que des têtes sans queues, et l'on reste incertain sur la nature de ces corpuscules. M. Pincus a fait voir que si l'on n'apercevait pas les têtes, c'est qu'elles étaient trop transparentes, et il a proposé, pour les faire reparaître, de laisser dessécher entre deux plaques de verre l'eau en expérience.

INFLUENCE DES AGENTS PHYSIQUES ET CHIMIQUES SUR LES MOUVEMENTS DES SPERMATOZOIDES. — C'est à une température de 37 à 40 degrés que les spermatozoïdes ont le plus de vivacité;à 50 degrés, les mouvements cessent complétement. Au contact de la glace fondante, ils perdent en dix minutes leur activité, mais, maintenus même pendant quatre jours à cette température, ils peuvent, une fois réchauffés, reprendre leurs mouvements (Godard et Montegazza).

L'eau froide tue les spermatozoïdes, l'eau tiède entretient leur vitalité.

Selon MM. Prévost et Dumas, l'étincelle électrique foudroie les spermatozoïdes; le courant galvanique est au contraire sans résultat.

La dessiccation ne les tue pas toujours; dans quelques cas, il suffit de leur rendre l'eau qu'ils ont perdue pour faire reparaître leurs mouvements.

Tous les liquides à réaction alcaline, et à un degré moyen de concentration, sont favorables à leur mouvement; les fluides acides, au contraire, même très-dilués, leur sont défavorables.

Les solutions de substances neutres leur sont favorables, selon Kölliker, quand elles sont de moyenne concentration : ainsi agissent l'albumine, la glycérine, l'urée, l'amygdaline.

Les sels alcalins agissent de la même manière. 1/100e de chlorure de sodium ou de potassium, de 3 à 10 pour 100 de phosphate de soude et de potasse, de sulfate de soude, entretiennent leur mouvement. Les alcalis caustiques exercent une action pernicieuse, mais cette action est précédée d'un moment d'excitation; si bien que la potasse et la soude peuvent être considérées comme les véritables excitants des spermatozoïdes. L'alcool, l'éther, les huiles, la créosote, le chloroforme, le tannin, le sublimé. agissent d'une manière funeste. Les narcotiques n'anéantissent leurs mouvements qu'autant qu'ils modifient leur constitution chimique

Le pus ni le sérum du sang, qui l'un et l'autre sont alcalins, ne tuent pas les spermatozoïdes.

L'urine anéantit leur mouvement chez l'homme, ce qui tient à son acidité. Si l'urine est rendue alcaline par l'addition de potasse caustique en solution moyenne, les mouvements persistent des heures entières. L'urine des herbivores, étant toujours alcaline, leur est favorable.

Le mucus du vagin ne tue les spermatozoïdes que quand son acidité est très-prononcée; si elle est faible, l'alcalinité du sperme la neutralise, et dès lors le mucus n'a sur ces filaments spermatiques aucune action nuisible.

Le mucus du col utérin, qui est alcalin, ne nuit à leur mouvement que par la consistance qu'il possède.

Enfin, le sang des règles, selon Godard, augmente leur action motrice plutôt que de la diminuer.

RÉSISTANCE DES SPERMATOZOIDES A LA PUTRÉFACTION ET AUX AGENTS CHIMIQUES. — Les spermatozoïdes sont remarquables par la résistance qu'ils opposent à la putréfaction; on peut, en effet, les conserver en vases clos, et à l'abri du contact de l'air, pendant des temps fort longs, cinq ou six mois, sans qu'ils perdent leurs caractères distinctifs. Ils ne sont pas moins remarquables par la résistance qu'ils opposent aux agents chimiques, même les plus énergiques. Ainsi Kölliker a constaté que l'acide sulfurique concentré colore le sperme en jaune, mais ne dissout pas les spermatozoïdes; sous l'influence de cet acide, ils deviennent seulement plus longs et plus aplatis. L'acide sulfurique étendu les jaunit et les ride sans les détruire. Ils résistent même à l'action de l'acide nitrique bouillant. L'acide chlorhydrique les fait pâlir et les ride. Les alcalis caustiques les attaquent, mais seulement concurremment avec la chaleur. L'ammoniaque concentrée reste absolument sans effet sur eux; il en est de même de l'acide acétique.

Cette difficulté, de se laisser désagréger par les agents chimiques, a tout lieu de surprendre, quand surtout on songe que le liquide de l'ovule favorise la dissolution du spermatozoïde, dissolution qui, dans l'état actuel de nos connaissances, paraît être en quelque sorte une condition de la fécondation (voy. ce mot).

COMPOSITION DES SPERMATOZOÏDES. — Les connaissances que nous possédons sur la composition chimique des spermatozoaires sont fort restreintes. Selon Lehmann, les spermatozoïdes sont composés d'une matière albuminoïde qui laisse à l'incinération des cendres très-abondantes, riches en phosphates ils renferment en outre 4 pour 100 d'une matière grasse analogue au beurre. D'après Frerichs, les spermatozoïdes de la carpe sont constitués par une substance protéique (bioxyde de protéine), de 4 à 5 pour 100 de graisse jaunâtre, et 5,21 pour 100 de phosphates calcaires.

DU SPERME CHEZ L'ENFANT ET CHEZ LE VIEILLARD. — Le sperme ne s'échappe des voies génitales que vers l'âge de douze à quinze ans. Alors ce liquide est clair, transparent, tache peu le linge, et ne possède pas encore de spermatozoïdes. M. Montegazza n'a jamais trouvé de spermatozoïdes dans les testicules avant l'âge de dix-huit ans; et même, de dix-huit à vingt ans, sur sept sujets, il n'en a rencontré que deux fois. Il est vrai de dire que ses recherches ont porté sur des paysans pauvres et mal nourris; sans doute que dans ces conditions de misère, la puberté est plus tardive.

Quant au sperme des vieillards, il y a peu de temps encore que l'on pensait qu'il était dépourvu de spermatozoïdes; cette opinion reposait sur ce que l'on considérait les vieillards comme inaptes à la reproduction.

Wagner, le prémier, rapporta qu'il avait trouvé des spermatozoïdes chez un vieillard de soixante à soixante-dix ans. Mais c'est surtout à MM. Duplay et Dieu que l'on doit d'avoir éclairé cette question. M. Duplay examina le sperme de cinquante et un vieillards pris dans les vésicules séminales. Les résultats qu'il obtint sont les suivants : La couleur du sperme n'est pas toujours la même : tantôt elle est d'un jaune terre de Sienne, tantôt le sperme est décoloré, quelquefois lactescent, comme crémeux. Sa consistance est variable; quelquefois il est épais et communique au linge la rigidité d'une toile passée à l'empois; mais, en général, sa consistance est moindre; quelquefois il est presque séreux, et, dans ce cas, il est décoloré. Rarement M. Duplay a trouvé, dans les vésicules, du sperme à demi coagulé.

Le sperme des canaux déférents lui a présenté moins de variétés de consistance et de coloration; toujours ces deux qualités étaient plus marquées que dans le sperme des vésicules séminales.

La quantité de sperme contenue dans les vésicules séminales était aussi très-variable; cependant, dans la généralité des cas, elle était à peu près égale à celle de l'adulte. Dans quelques cas seulement, la vésicule était ratatinée, revenue sur elle-même, au lieu d'être distendue et rénitente, et il fallait racler la face interne pour en obtenir une faible quantité.

Dans 37 cas, les spermatozoïdes existaient; le plus souvent ils étaient bien conservés et ne différaient pas de ceux de l'adulte; quelquefois cependant les queues étaient moins longues ou tronquées, les têtes moins volumineuses ; rarement les têtes étaient séparées des queues. Généralement, le champ du microscope était couvert de filaments; quelquefois ils étaient rares, quoique bien développés; leur nombre était toujours d'autant plus considérable que le liquide spermatique était plus consistant.

Dans ces 37 cas, il y avait 8 sexagénaires, 20 septuagénaires, 9 octogénaires, et parmi les sujets chez lesquels les spermatozoïdes étaient aussi abondants que chez l'adulte, le moins âgé avait soixante-treize ans, le plus âgé quatre-vingt-deux ans.

Dans 14 cas où le sperme n'a pas présenté de spermatozoïdes, la couleur du sperme était très-peu foncée, le sperme généralement fluide et en petite quantité.

Les recherches récentes de M. Dieu, aide-major aux Invalides, n'ont fait que confirmer les observations de M. Duplay : sur 105 vétérans dont cet auteur a examiné, après la mort, le sperme recueilli dans les vésicules séminales, 64 fois les spermatozoïdes ont manqué, 41 fois ils ont pu être constatés. Le chiffre des vieillards dépourvus de spermatozoaires est, il est vrai, proportionnellement plus considérable ici que dans les observations de M. Duplay, mais cela tient sans doute à ce que l'âge moyen des hommes observés par M. Dieu était beaucoup plus élevé que celui des sujets examinés par M. Duplay. L'âge le plus élevé correspondant à la présence des spermatozoïdes a été de quatre-vingt-six ans; ce n'est pas

là encore le dernier mot de la question, car Casper parle d'un vieillard de quatre-vingt-seize ans, chez lequel ceux-ci ont été observés.

Dans ses recherches, M. Dieu n'a pu constater de rapports bien constants entre la disparition des filaments spermatiques, et les lésions des parties internes de l'appareil de la génération. Il a rencontré tout aussi fréquemment les spermatozoïdes dans les vésicules, qu'il a constaté leur absence dans certaines lésions très-fréquentes des enveloppes, adhérences, épaississements de la tunique albuginée, kystes, etc.; il en a été de même quand il a cherché les relations qui existaient entre l'absence des spermatozoïdes et l'atrophie sénile des testicules : dans divers cas d'atrophie en apparence semblables, tantôt il y avait des spermatozoïdes, tantôt il n'en existait pas. Il semblerait donc que le trouble qui fait disparaître les zoospermes chez le vieillard, est moins un trouble matériel que dynamique, dont l'apparition plus ou moins tardive dépend sans doute de la constitution du sujet, de son mode de nourriture, de l'état de son imagination, etc.

Nous ne possédons aucun renseignement sur le sperme mixte normal des vieillards. Mais nous signalerons ici un caractère anormal du sperme que présentent certains sujets âgés : nous voulons parler de sa coloration noire, couleur tabac, coloration qui, dans un certain nombre de cas, est une cause très-puissante d'inquiétude. Cette coloration est due à la présence de sympexions provenant des vésicules séminales, et n'entraîne avec elle aucun pronostic grave.

Des considérations précédentes, il est permis de conclure que la plupart des vieillards de soixante à quatre-vingts ans, la moitié peut-être, sont encore aptes à la fécondation, puisqu'ils produisent les éléments fécondants avec tous leurs caractères normaux. En cela, l'homme diffère essentiellement de la femme, qui, comme nous le verrons, ne produit d'ovules, éléments de la fécondation chez celle-ci, que pendant un temps qui ne paraît pas devoir dépasser les âges de quarante-cinq, cinquante ans, si ce n'est dans des cas tout à fait exceptionnels.

Du sperme dans les maladies. — La plupart des auteurs qui ont étudié l'influence des affections générales constitutionnelles sur la sécrétion des spermatozoïdes ont avancé que cette sécrétion ne se faisait plus. Telle est en particulier l'opinion de Rayer, de Davy, de Curling, qui n'en ont jamais rencontré chez les phthisiques. Selon Godard, si des individus sont phthisiques à l'âge qui correspond à l'établissement de la sécrétion spermatique, en général on ne trouve point de spermatozoïdes dans leurs vésicules séminales. Cet auteur n'en a pas constaté la présence chez des sujets de dix-sept, dix-huit, dix-neuf ans; mais on peut objecter à Godard que cet état constitutionnel peut seulement retarder l'époque de la puberté; il faudrait, pour être fixé à ce sujet, examiner des sujets de vingt à vingt-cinq ans, et phthisiques depuis quelques années, ce qui n'a pas été fait.

Pour Godard, si un individu devient phthisique après l'âge de la pu-

berté, la production des spermatozoïdes persiste. Nous ajouterons qu'elle persiste même, à un moindre degré il est vrai qu'à l'état normal, chez les individus tombés dans le marasme le plus complet. Nous avons pu constater leur présence dans les vésicules séminales d'un sujet d'une maigreur squelettique, portant des eschares immenses au sacrum, à l'hypogastre, aux cuisses, et dont les deux poumons étaient farcis de tubercules et contenaient d'énormes cavernes.

Selon Godard, les individus atteints de syphilis constitutionnelle, comme ceux atteints de diathèse cancéreuse, éjaculent du sperme largement fourni d'animalcules spermatiques doués de mouvements. Pour ce qui regarde les premiers, nos observations sont en tout point conformes à celles de Godard.

Les affections aiguës ne sont point accompagnées de l'absence de spermatozoïdes. Godard a trouvé des filaments spermatiques dans les vésicules séminales de sujets qui avaient succombé aux affections suivantes : pneumonie, pleurésie, gangrène du poumon, fièvre typhoïde, néphrite albumineuse, péritonite, abcès urineux.

Le testicule étant l'organe sécréteur des spermatozoïdes, on comprend facilement que toute désorganisation complète de son parenchyme, quelle qu'en soit la cause, abolisse à tout jamais leur fonction, et que dans ce cas le sperme éjaculé doive être privé de filaments. La désorganisation partielle, amenée par des productions cancéreuses, tuberculeuses, kystiques ou cartilagineuses, semble même quelquefois être suivie de conséquences semblables, car l'examen des tubes spermatiques non désorganisés, et refoulés excentriquement par la production nouvelle, ne démontre, en général, ni filaments spermatiques, ni cellules aptes à leur donner naissance, et les sujets qui sont atteints de ces altérations, surtout quand elles sont de nature tuberculeuse, n'éjaculent qu'une ou deux gouttes de liquide privé de spermatozoïdes. (Godard.)

Il paraîtrait même, d'après Godard, que des sujets qui n'auraient qu'un seul testicule tuberculeux seraient inféconds, quoique puissants ; leur sperme serait complétement privé de spermatozoïdes. Ce caractère permettrait de distinguer le testicule tuberculeux de l'orchite chronique; dans le premier cas, le liquide éjaculé serait privé de spermatozoïdes; dans le second cas, il en renfermerait une quantité variable.

Enfin, souvent, quand une affection testiculaire est de nature tuberculeuse, la stérilité, et, par cela même, l'absence des spermatozoïdes dans le sperme, précède de un à deux ans le développement de la lésion. (Godard.)

Toutes les affections qui s'accompagnent de l'oblitération des deux canaux épididymaires ou déférentiels empêchent nécessairement l'excrétion du liquide spermatique provenant du testicule, et privent par conséquent le sperme éjaculé de spermatozoïdes. C'est à M. Gosselin que l'on doit d'avoir appelé l'attention sur ce point, surtout à propos de l'épididymite double, caractérisée par une infiltration de lymphe plastique dans l'in-

térieur de l'épididyme. Il a fait voir que les sujets qui avaient été atteints de cette affection n'éjaculaient plus de spermatozoïdes, pendant un certain temps du moins, sans que la fonction testiculaire fût anéantie pour cela, et il pense que le retour des spermatozoïdes dans le liquide de l'éjaculation, se fait d'une façon variable suivant les sujets, mais en général coïncide avec la disparition complète de l'une des indurations ou des deux. M. Gosselin les a vus reparaître au bout de six mois seulement.

Godard a confirmé dans ses recherches les observations de M. Gosselin; il a constaté l'absence des spermatozoïdes dans le liquide éjaculé chez plus de trente individus atteints d'épididymites doubles. Le minimum du temps qui dans ces cas a coïncidé avec le retour des spermatozoïdes a été de dix-huit mois. Godard cependant diffère de M. Gosselin sur ce point, c'est qu'il aurait vu quelquefois la disparition complète de l'induration sans le retour des spermatozoïdes.

Curling, d'un autre côté, aurait rencontré plusieurs cas d'épididymite avec tuméfaction et induration considérable, sans que les individus aient perdu leur pouvoir fécondant. Mais il ne dit pas si le sperme a été examiné au microscope.

Quant à nous, nous avons eu souvent l'occasion d'examiner le sperme dans des circonstances analogues. Une fois nous avons constaté la réapparition des filaments spermatiques au bout de douze mois, et chez ce sujet toute trace d'induration avait disparu d'un côté. D'autre part, nous avons constaté l'absence de ces filaments chez un sujet qui avait été atteint d'une épididymite double il y avait quatorze ans. Ce sujet, marié depuis huit ans et sans enfant, possédait une double induration considérable : son sperme était remarquable par sa quantité, le liquide d'une éjaculation égalait la moitié d'un verre à bordeaux; sa couleur était jaunâtre et non blanchâtre, sa consistance était mucilagineuse; son odeur était normale et des plus prononcées; quelques rares cellules épithéliales étaient les seuls éléments solides qu'on rencontrât dans le champ du microscope. Ajoutons que ce sujet, marié depuis huit ans, n'avait pas eu d'enfants. Sur un autre individu ayant eu une double épididymite il y avait quinze ans, et marié depuis six ans, sans enfant, le sperme était complétement dépourvu de spermatozoïdes, quoique cependant l'induration eût disparu complétement des deux côtés. Nous avons constaté encore trois autres fois cette disparition de l'induration chez des sujets qui cependant n'éjaculaient pas de sperme contenant des spermatozoïdes. Enfin, deux fois nous avons vu coïncider la présence des spermatozoïdes dans le sperme, avec une double induration très-prononcée.

De ces faits, il résulte que si, dans la généralité des cas, le rétablissement des voies spermatiques s'effectue après une double épididymite, il est à craindre, chez certains sujets, que l'oblitération ne soit définitive; aussi ne doit-on pas négliger le traitement des épididymites quand elles sont à l'état aigu, et faire tous ses efforts, alors qu'elles se terminent par

induration, pour favoriser la résorption de la lymphe plastique, cause de l'oblitération. Il résulte aussi que, chez les sujets qui ont été atteints d'épididymites doubles, la persistance de l'induration n'implique pas d'*une façon certaine* l'oblitération des conduits épididymaires, pas plus que la disparition de l'induration n'implique d'*une façon certaine* le rétablissement complet des voies spermatiques. Dans l'un et l'autre cas le microscope doit intervenir pour décider la question.

Chez les sujets atteints d'épididymites doubles, le sperme éjaculé peut contenir tous les éléments solides du sperme normal, moins les spermatozoïdes. Si l'affection est de date récente, ce liquide est remarquable par la grande quantité de leucocytes qu'il renferme. Selon M. Robin, on constaterait souvent aussi dans ce liquide de petits noyaux de $0^{mm},004$ à $0^{mm},005$, à contour net, translucides, ressemblant à de petits anneaux et pourvus de granulations grisâtres très-pâles ; ces noyaux n'existeraient à l'état normal qu'en petite quantité.

Godard a décrit une oblitération des conduits épididymaires par du phosphate de chaux. Il s'est assuré *post mortem* que dans ce cas, comme dans les cas précédents, le sperme du testicule continuait à être sécrété. Il formait même des tumeurs spermatiques dues, et à la dilatation du canal épididymaire, et à de petits épanchements de sperme consécutifs à la rupture de ce canal.

L'hydrocèle peut constituer, elle aussi, un obstacle mécanique assez puissant pour empêcher l'excrétion spermatique. C'est du moins ce que paraît prouver l'observation suivante due à M. Roubaux : un sujet atteint d'une hydrocèle double n'avait point dans son sperme d'animalcules. S'étant refusé à l'injection iodée, il accepta la ponction double sans injection. Après cette opération, les spermatozoïdes reparurent, et sa femme devint enceinte. L'hydrocèle reprit bientôt son volume primitif ; les spermatozoïdes disparurent de nouveau, pour reparaître encore après deux nouvelles ponctions. Enfin, le malade s'étant décidé à supporter l'injection iodée, celle-ci le débarrassa tout à la fois de son hydropisie et de sa stérilité temporaire. Il ne faudrait pas croire cependant que toutes les hydrocèles doubles doivent amener le même résultat, c'est-à-dire l'oblitération momentanée des conduits excréteurs du sperme; car, chez un sujet porteur de deux tumeurs de cette nature, plus volumineuses que deux gros œufs d'oie, nous avons constaté dans le sperme une quantité considérable de spermatozoïdes, malgré même la persistance de deux indurations épididymaires notables, suites d'orchites chroniques.

Le sperme des malades atteints de testicules vénériens bilatéraux est, en général, privé de spermatozoïdes. M. Gosselin les a vus reparaître, ainsi que les facultés viriles du sujet, sous l'influence du traitement ioduré. Godard a reconnu, toutefois, que la présence seule de quelques noyaux plastiques au niveau des corps d'Highmore n'empêchait pas toujours la puissance virile, ni la fécondité.

Les spermatozoïdes manquent, en général, dans cette affection décrite

par M. Gosselin sous le nom d'anémie testiculaire, et qui consiste dans une pâleur très-prononcée du tissu glandulaire, pâleur due à la petite quantité de sang que reçoit le testicule. Cette anémie se montre surtout dans les cas de vaginalites avec adhérences ; l'afflux du sang dans la séreuse se fait aux dépens du sang qui devrait traverser le testicule, et prive ainsi celui-ci de la quantité de matériaux nécessaires pour conserver intacte sa sécrétion. Nous avons vu déjà (p. 172) que c'était aussi l'anémie testiculaire qui s'opposait à la production des spermatozoïdes dans les cas d'inclusion abdominale ou inguinale.

Il est une variété de kystes qui intéresse au plus haut titre les chirurgiens, nous voulons parler de ces kystes qui siégent au niveau de la tête de l'épididyme et dont le contenu renferme des spermatozoïdes en quantité variable. Il n'est pas douteux que ceux-ci ne proviennent de l'épididyme, à la faveur d'une solution de continuité, soit que la rupture ait précédé le kyste, soit qu'elle l'ait suivi. Le liquide de ces kystes est remarquable, en général, par sa couleur lactescente ; la plupart des auteurs ont considéré cette coloration comme caractéristique de la présence des spermatozoïdes. Le plus souvent, en effet, si l'on filtre le liquide de ces kystes, la partie qui passe privée de filaments spermatiques est d'une transparence remarquable, et l'on retrouve sur le filtre les filaments intacts. Mais, d'une part, des kystes peuvent, quand ils contiennent des spermatozoïdes en faible quantité, posséder un liquide très-clair, comme nous en avons signalé un cas relaté dans les Bulletins de la Société de biologie ; d'autre part, M. Robin a fait voir qu'il était des kystes testiculaires à liquide laiteux, et qui ne contenaient aucun filament spermatique ; cette couleur est due, dans ces cas, à des granulations graisseuses et à des noyaux semblables à ceux qu'il a constatés dans les cas de double oblitération épididymaire. On voit donc que, pour arriver au diagnostic de ces sortes de kystes, les caractères physiques du liquide demeurent insuffisants, et que l'examen microscopique seul peut fournir des renseiseignements certains. Si le liquide contient des spermatozoïdes, ou seulement des noyaux à granulations pâles, que le liquide soit clair ou opaque, on pourra affirmer que le kyste communique avec les voies spermatiques.

Dans l'atrophie testiculaire, quelle qu'en soit la cause, les spermatozoïdes disparaissent quand l'affection a atteint un certain degré ; presque toujours alors la stérilité s'accompagne d'impuissance.

Le varicocèle trouble insensiblement la nutrition du testicule, et finit par amener son atrophie et les conséquences qui en résultent sur la production des spermatozoïdes, d'où l'intérêt qu'il y a à ne point négliger cette affection, même quand il n'existe aucune douleur.

Les individus affectés de blennorrhagie éjaculent du sperme contenant des globules de pus et des animalcules doués de mouvements.

Lallemand étudia avec soin les spermatozoïdes chez les sujets atteints de spermatorrhée. Selon lui, dans le principe, quand les évacuations sont

encore rares, que le sperme a conservé ses caractères distinctifs, les spermatozoïdes ne présentent rien de remarquable sous le rapport du nombre, des dimensions, etc.; mais quand la maladie a pris assez de gravité pour influer sur le reste de l'économie, le sperme devient plus liquide, et les animalcules sont moins développés, moins vivaces; toutefois leur nombre ne diminue pas encore sensiblement; il paraît même quelquefois être augmenté. Quand les érections commencent à diminuer, les spermatozoïdes sont quelquefois d'un tiers, d'un quart plus petits qu'à l'état normal; la queue est difficile à distinguer avec un grossissement de 300 diamètres. Plus tard encore, les animalcules deviennent rares. Enfin, chez des individus tombés dans le dernier degré de la consomption dorsale, le sperme ne contient plus d'animalcules, quoiqu'il ait son odeur caractéristique.

Nous croyons qu'il n'est pas nécessaire que le dernier degré de marasme soit arrivé pour que les spermatozoïdes aient disparu ; tout récemment nous avons observé l'absence des éléments fécondants chez un spermatorrhéique jouissant de toutes les apparences de la santé.

Dans les spermatorrhées bien confirmées, le sperme se mêle à l'urine dans presque toutes les mictions, sinon celles du jour, du moins celles de la nuit. Il forme au fond du vase une couche quelquefois blanc grisâtre, quelquefois nuageuse. Le médecin doit savoir retrouver les spermatozoïdes dans cette couche. Pour cela il emploiera le procédé suivant, dû à MM. C. Robin et Donné : On laisse reposer l'urine pendant six à douze heures dans une éprouvette étroite ou dans un verre à pied : les spermatozoïdes, plus denses que le liquide, se déposent seuls, ou avec un peu de mucus et quelques principes de l'urine. On va ensuite puiser quelques gouttes de ce liquide au fond du vase, soit après l'avoir décanté, soit simplement avec un tube sur l'extrémité supérieure duquel on tient le doigt. Lorsque l'autre bout est descendu profondément, on soulève légèrement le doigt de manière à laisser monter quelques gouttes de liquide, qu'on retire ainsi, et on les dépose sur le porte-objet d'un microscope. Les spermatozoïdes sont toujours morts et immobiles; on peut cependant les rencontrer vivants, si l'urine contient une certaine quantité de pus qui la rende alcaline. Ce procédé est tellement fidèle, qu'il est possible de retrouver des spermatozoïdes dans un demi-litre d'urine, auquel on aurait ajouté une seule goutte de sperme.

NATURE DES SPERMATOZOÏDES. — Nous avons vu dans la partie historique de la génération, que, dès la découverte des filaments, on fut entraîné naturellement à les considérer comme de véritables animaux. Cette opinion était surtout basée sur les mouvements réguliers que ces petits filaments exécutent. Cette considération des mouvements spermatiques est encore assez puissante aujourd'hui pour qu'un certain nombre d'auteurs continuent à doter les spermatozoïdes des caractères de l'animalité. Mais qu'est-ce qu'un animal? C'est un organisme qui se nourrit, se développe, se reproduit, et qui, en même temps, est sensible et contrac-

tile. Or, il manque aux spermatozoïdes, au moins un caractère de l'animal, celui de se reproduire, et ce caractère suffit pour établir une ligne de démarcation très-tranchée entre eux et les organismes les plus simples, tels que les infusoires qui se reproduisent par segmentation ou par ovules.

De nos jours, est née, en Allemagne, une opinion essentiellement opposée à celle des animalculistes. Selon Ankerman, le mouvement des filaments spermatiques est la conséquence de phénomènes endosmotiques; par conséquent il est purement physique. Cet auteur s'appuie sur ce que, dans le sperme pur, pris dans des testicules de grenouilles, il n'y a pas de mouvements, et il attribue ce résultat à ce qu'il n'y a pas de diffusion réalisable entre le liquide contenu dans les spermatozoïdes et le fluide dense qui les environne, par suite un courant endosmotique dans l'intérieur des filaments est rendu impossible. Il se fonde aussi sur ce que toutes les solutions salines étendues produisent des mouvements en pénétrant peu à peu les filaments, tandis que les solutions plus concentrées les abolissent. Mais, ainsi que le fait observer Kölliker, il y a des mouvements chez les spermatozoïdes pris dans le liquide de l'épididyme, chez les mammifères, quoique ce liquide soit très-concentré; dans l'eau et les solutions étendues, les spermatozoïdes de beaucoup d'animaux ne se meuvent nullement, quoique ce soit là des conditions très-favorables aux phénomènes endosmotiques; les alcalis caustiques, à tout degré de concentration, provoquent de véritables mouvements, lors même que les spermatozoïdes sont devenus immobiles dans des solutions diluées ou concentrées; enfin, si l'opinion d'Ankerman était vraie, on pourrait rappeler à la vie les spermatozoïdes tant qu'ils sont intacts, et cependant chez les mammifères, au bout de cinq à sept jours, alors qu'ils ne paraissent pas avoir encore subi la moindre altération, on ne peut reproduire les mouvements.

Quelle est alors la nature des spermatozoaires? Ce sont des éléments anatomiques doués de mouvements. Ces éléments anatomiques vivent au sein et aux dépens d'un milieu représenté par le liquide testiculaire, celui des vésicules séminales, de la prostate, des glandes de Cowper, par le liquide vaginal, utérin, de la même façon que les hématies, par exemple, vivent au sein et aux dépens du plasma sanguin qui les renferme; et le mouvement des spermatozoïdes est dû à la contractilité, propriété qui dépend de la nature des principes immédiats qu'ils contiennent et de leur arrangement réciproque. Sous ce dernier point de vue, les filaments spermatiques ont pour analogues les cils vibratiles, qui, eux aussi, se meuvent d'une façon continue quand ils sont placés dans un certain milieu. Ajoutons, pour justifier cette comparaison, que, sous l'influence des agents chimiques, les spermatozoïdes et les cils vibratiles se comportent de la même façon.

Rôle des spermatozoïdes. — Le rôle des spermatozoïdes ressort de tout ce que nous avons dit jusqu'ici. Dans tous les cas où nous avons vu chez l'homme le sperme éjaculé privé de spermatozoïdes, nous avons

constaté une infécondité absolue; les spermatozoïdes sont par conséquent les agents indispensables de la fécondation. Ces preuves suffiraient à elles seules pour ne pas mettre en doute cette influence importante; mais nous en trouverons d'autres encore, alors que nous nous occuperons avec détail de la fécondation et que nous chercherons à connaître la part qu'ils prennent dans cet acte.

Index bibliographique (Sperme). — P. MONTEGAZZA, *Sur le sperme de l'homme*, in *Journal de l'anatomie et de la physiologie normales et pathologiques de l'homme et des animaux*, année 1868. — ROBIN, *Leçons sur les humeurs normales et morbides du corps de l'homme*. Paris, 1867. — KÖLLIKER, *Journal de zoologie*, par Siebold et Köliker, année 1856. — GODARD, *De la monorchidie et de la cryptorchidie* (*Mémoires de la Société de biologie*, année 1856). — GROHE, *Archiv für pathologische Anatomie*, avril 1881. — BISCHOFF, *Müller's Archiv*, année 1841. — PRÉVOST et DUMAS, *Annales des sciences naturelles*, t. III. — S. R. PERCY, *American Medical Times*, 1861. — KÖLLIKER, *loc. cit.* — GODARD, *loc. cit.* — CASPER, *Traité pratique de médecine légale*, traduction par Germer Baillière, t. I, année 1862. — PINCUS (d'Insterburg), *Viertel-jahrsschrift für gerichtliche und öffentliche Medicin*, octobre 1866. — PRÉVOST et DUMAS, *Annales des sciences naturelles*, 1824, t. I. — KÖLLIKER, *Éléments d'histologie humaine*, traduction par Sée et Béclard, année 1856. — WAGNER, *Histoire de la génération*, traduction française. — DUPLAY, *Recherches sur le sperme des vieillards* (*Archives générales de médecine*, déc. 1852). — DIEU, *Recherches sur le sperme des vieillards* (*Journal de l'anatomie et de la physiologie normales et pathologiques de l'homme et des animaux*, année 1867). — RAYER, *Archives génér. de médecine*, avril 1842. — DAVY, *Edinburgh med. and surg. Journal*, juillet 1838. — CURLING, *Traité pratique des maladies du testicule, etc.*, traduit par L. Gosselin, année 1857. — GODARD, *loc. cit.* — L. GOSSELIN, *Mémoire sur les oblitérations des voies spermatiques* (*Archives générales de médecine*, Paris, 1847, t. XIV). — IDEM, *Nouvelles études sur l'oblitération des voies spermatiques et sur la stérilité consécutive à l'épididymite bilatérale* (*Arch. gén. de méd.*, Paris, 1853, t. II). — IDEM, *Recherches sur les kystes de l'épididyme du testicule et de l'appendice testiculaire* (*Archiv. gén. de méd.*, 1848, t. XVI). — ROBIN, *loc. cit.* — LALLEMAND, *Des pertes séminales involontaires*. Paris et Montpellier, 1836-1842. — ROBIN, *loc. cit.* — ANKERMAN, art. GÉNÉRATION, in *Manuel de physiologie*.

SÉCRÉTION TESTICULAIRE.

Comme nous l'avons déjà dit, le sperme, tel qu'il s'échappe du canal de l'urèthre lors de l'éjaculation, est une humeur mixte, formée par l'adjonction au sperme provenant du testicule, de liquides essentiellement différents, que celui-ci rencontre dans son trajet. Nous avons donc à analyser maintenant chacun de ces liquides, à étudier leur origine, leur composition, et la manière dont ils passent d'une étape à l'autre avant d'arriver au dehors des voies génitales.

Le sperme testiculaire ne représente qu'une partie minime du sperme mixte. Ce qui le prouve, c'est que chez les sujets atteints d'oblitérations épididymaires doubles, la quantité de sperme ne paraît pas être diminuée sensiblement. On ne peut donc, vu la petite quantité de sperme produite par le testicule, admettre l'opinion des auteurs qui pensent que, dans les cas d'excès vénériens, l'épuisement des forces et l'affaiblissement des

facultés intellectuelles qui surviennent fréquemment, tiennent à la perte trop abondante du sperme fourni par le testicule.

Ni l'odeur, ni la couleur du sperme mixte ne sont dues au sperme testiculaire ; l'une et l'autre de ces propriétés présentent, en effet, leurs caractères habituels, chez les sujets chez lesquels les communications entre les testicules et les vésicules séminales sont interrompues. Il est à remarquer cependant, pour ce qui concerne la couleur, que l'aspect laiteux du sperme mixte est d'autant plus prononcé qu'il est plus fourni de spermatozoïdes.

Quant à la composition du sperme provenant du testicule, elle est inconnue. Tout ce que l'on peut dire, c'est que cette humeur est peu riche en eau, ainsi que le prouve son état pâteux, demi-liquide.

La sécrétion testiculaire chez l'homme, à partir de l'âge de la puberté, est continue, mais elle est activée par de nombreuses influences qui sont toutes celles qui déterminent l'érection (voy. ce mot). Selon Curling, chez les individus qui ont toujours été continents, la sécrétion spermatique serait interrompue, mais le testicule resterait apte à fonctionner sous l'influence d'une excitation convenable. Sous cette influence, les testicules seraient susceptibles de prendre en peu de temps un volume considérable. Chez les hommes veufs, il n'en serait pas de même, ceux-ci se verraient quelquefois condamnés à l'impuissance et à la stérilité, quand ils se remarient.

D'après Kölliker, la sécrétion ne serait continue dans aucun cas. Le testicule ne sécréterait du sperme que lorsque, par suite d'union sexuelle ou de pertes séminales, une portion du produit a été évacuée au dehors, et qu'une excitation particulière du système nerveux a déterminé un afflux de sang plus considérable vers le testicule ; mais cette opinion a contre elle ce fait, que la quantité de spermatozoïdes dans le sperme est, en général, d'autant plus considérable, jusqu'à une certaine limite toutefois, que l'intervalle entre deux éjaculations est plus grand, n'y aurait-il eu aucune excitation érotique pendant cet intervalle.

Chez les animaux qui ne se rapprochent qu'à certaines époques de l'année, la sécrétion testiculaire ne se fait qu'à ces époques. Il ne faudrait pas croire cependant que l'union des sexes soit liée d'une façon absolue à la production des spermatozoïdes. Nous avons pu, en effet, constater plusieurs fois sur des passereaux tués à l'instant du coït au commencement de l'époque des amours, c'est-à-dire en avril, que leurs testicules ne contenaient pas encore de filaments.

Le mécanisme de la sécrétion spermatique est le suivant : Sans cesse les cellules spermatiques attirent à elles certains matériaux du sang, qui doivent servir en partie à la formation des spermatozoïdes, en partie à la constitution des autres éléments du sperme, et leur activité est d'autant plus grande qu'il passe dans ces vaisseaux une quantité de sang plus considérable. C'est surtout lors d'excitations vénériennes que le sang afflue plus abondamment, et cela par le fait de la dilatation paralytique des

capillaires qui rampent dans la tunique propre des conduits séminipares; de là, la production du sperme plus abondante dans ces conditions. Selon M. Rouget, lors du coït, la dilatation des vaisseaux testiculaires se ferait par un mécanisme tout particulier.

Pour cet auteur, la tunique fibreuse du cordon et le feuillet pariétal de la tunique vaginale possèdent de nombreux faisceaux musculaires. Au niveau du plexus pampiniforme, les rapports de ces faisceaux musculaires avec les vaisseaux sont tels, que leur contraction doit nécessairement faire obstacle au retour du sang par les veines; de là résulte une congestion active du testicule qui favorise d'une façon toute particulière la sécrétion spermatique. Il faut tenir compte, sans doute aussi, de la compression exercée sur les éléments vasculaires du cordon par des faisceaux musculaires qui, sous-jacents à la tunique fibreuse, sont en rapport direct avec les vaisseaux (crémaster interne de Henle).

Cette érection des éléments vasculaires du cordon coïncidant avec la congestion testiculaire nous paraît incontestable, surtout pendant le coït; elle croît, en quelque sorte, proportionnellement à l'érection du pénis, elle acquiert son maximum d'intensité lors de l'éréthisme vénérien, enfin elle disparaît peu après l'accomplissement de l'acte conjugal.

Arrivons au développement des spermatozoïdes. Ce fut Pelletier, en 1835, qui le premier annonça que le développement des spermatozoïdes se faisait aux dépens de cellules ou vésicules membraneuses, mais cette communication, faite à la Société des sciences naturelles, passa inaperçue.

Quelques années après, Wagner étudiait d'une façon toute spéciale ce développement. Ses recherches ont porté surtout sur les oiseaux, et notamment sur les passereaux. Wagner reconnut qu'à l'époque des amours, au printemps, les testicules sont remplis de vésicules rondes, entièrement transparentes, qui d'abord ne contiennent qu'un noyau granuleux, puis deux, trois, et enfin dix et plus. Bientôt, entre les noyaux, apparaît un précipité très-granuleux, en même temps que les noyaux disparaissent et que les spermatozoïdes se montrent. Quand ceux-ci sont complétement formés, ils se réunissent en faisceaux, sur lesquels la vésicule se contracte, après quoi la rupture de la vésicule s'effectue, et les filaments spermatiques deviennent libres.

En 1846, Kölliker publiait les résultats de ses nombreuses recherches faites sur cette question dans toute la série animale. Pour lui, les spermatozoaires naissent aux dépens des noyaux contenus dans les cellules spermatiques. Le noyau arrondi prend d'abord une forme simplement allongée et le plus souvent aplatie; puis, le noyau se divise en deux portions, une portion antérieure à contour obscur, et une portion postérieure dont les bords sont pâles, et qui dans l'eau se gonfle facilement en s'arrondissant. Tandis que le pôle antérieur s'épaissit et prend un

aspect claviforme, puis piriforme, le pôle opposé présente un appendice filiforme, qui se transforme bientôt en un filament plus grand. La partie renflée constitue la tête du spermatozoïde, la partie effilée constitue la queue. Et, lorsque celui-ci a complétement achevé son développement, il se place parallèlement aux autres spermatozoïdes développés aux dépens des noyaux voisins, de telle sorte que tous les filaments spermatiques d'une même cellule représentent un faisceau dont la dissociation se fera à un moment donné, et après la déhiscence de la cellule.

Fig. 13.

En 1848, M. Ch. Robin compara les phénomènes qui se passent dans les cellules spermatiques aux phénomènes de segmentations de l'ovule chez la femelle. La segmentation des cellules spermatiques, qu'il appelle ovules mâles, aboutirait, selon cet auteur, à la formation des spermatozoïdes, de même que la segmentation de l'ovule femelle aboutit à la formation des cellules embryonnaires.

En 1854, Godard publia le résultat de ses nombreuses observations faites sur le développement des spermatozoïdes, dans une note concise que nous nous plaisons à reproduire presque textuellement. Godard prend pour type le développement des spermatozoïdes de l'homme, qui ne diffère, pour lui, de celui des autres animaux que par des nuances peu importantes.

Dans le liquide extrait des canalicules spermatiques, en outre des cellules épithéliales et des globules graisseux, on rencontre des cellules-mères *b*; celles-ci, volumineuses, sphériques, à contenu granuleux, sont, ou stériles *b*, ou fécondes *c*.

Dans le premier cas, elles ne contiennent pas de cellule dans leur intérieur; dans le second cas, elles en renferment une *c*, ou plusieurs, dites cellules-filles.

Les cellules-filles sont de petite dimension, *e*, *f*, *g*, parfaitement sphériques, et leur contenu est granuleux; elles peuvent être enfermées dans la cellule-mère, *c*, *d*, dont elles occupent le centre; mais le plus souvent elles sont libres, c'est-à-dire complétement isolées de la cellule-mère *e*, *f*, *g*, *h*, *i*.

Les cellules-filles, renfermées dans une cellule-mère ou celles qui sont libres, offrent deux variétés. Elles sont, ou stériles (c'est-à-dire ne renfermant aucun rudiment de l'animalcule spermatique), *e*; ou d'autres fois,

dans un point quelconque de leur périphérie, *f*, on aperçoit une accumulation de granules, qui est l'origine de la tête des spermatozoïdes. Celle-ci, à mesure qu'elle se forme, présente des contours plus nets, *e*, *f*, *g*, *h*. Enfin, souvent on aperçoit des cellules-filles libres ou incluses, chez lesquelles le filament est complétement formé, *i*.

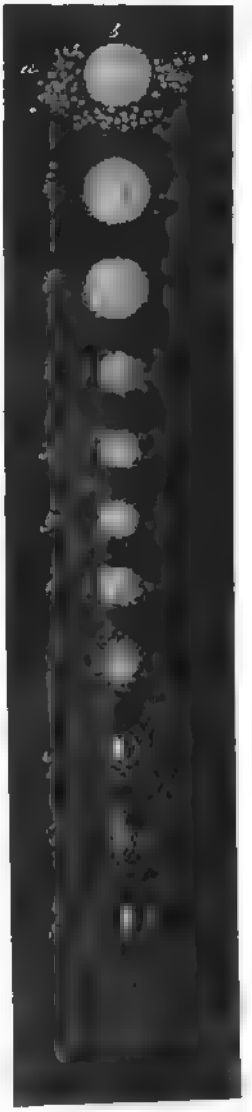


FIG. 14.

Ces différentes cellules (mères ou filles) sont contenues dans un stroma formé de granules *a*, dont l'aspect et les dimensions sont en tout semblables à celles des granules qui composent les cellules (mères ou filles).

Le développement de la cellule-fille et celui de l'animalcule spermatique aux dépens de la cellule-fille se fait de la manière suivante : Les granules qui forment le contenu de la cellule-mère *b* se condensent en une ou plusieurs cellules-filles *c*. Plus tard la cellule-mère se rompt et met en liberté la où les cellules-filles qu'elle contenait. Alors, dans l'intérieur de la cellule-fille, il se passe un phénomène analogue à celui qui vient d'être décrit. Les granules qui constituent l'ensemble de la cellule-fille se rapprochent dans un point quelconque de sa périphérie pour former tout d'abord un amas qui sera la tête de l'animalcule, *f*; puis, d'autres granules se condensent pour former la queue *g*: ainsi, le spermatozoïde ne se développe pas tout d'une pièce, mais la tête est formée avant la queue. Plus tard, quand le spermatozoïde est développé, la cellule-fille se rompt, *i*, et le filament est entraîné dans le liquide qui remplit les canalicules du testicule; mais alors il n'a pas l'aspect qu'il aura plus tard, la queue est repliée, *g*, en anneau ou recourbée; bientôt elle se déplie, *k*, et prend la position qu'elle aura dans la suite *l* : à cet instant, l'animalcule commence à faire les mouvements qui lui sont propres.

En général, les spermatozoïdes de l'homme ne se meuvent que lorsqu'ils sont complétement formés. Ceux des animaux peuvent faire des mouvements avant d'être tout à fait développés.

Les cellules-mères de l'homme ne contiennent d'ordinaire qu'une cellule-fille; *c*, celles des animaux, en général, en renferment plusieurs.

Des recherches de Goodsir il résulterait donc que les spermatozoïdes

naissent aux dépens des granulations contenues dans l'intérieur des cellules-filles, et que ces cellules-filles sont, en quelque sorte, indispensables pour leur formation. Nos observations nous ont conduit à admettre, comme Godard, que les spermatozoïdes, dans toute la série animale, se forment par l'agrégation d'un certain nombre de granulations; seulement elles nous ont conduit aussi à admettre que, s'ils se développaient le plus souvent aux dépens des granulations appartenant à la cellule-fille, mieux dénommée, selon nous, noyau, ils se dévelop-

Fig. 15. — Développement des spermatozoïdes de la grenouille en hiver (*).

paient quelquefois aux dépens des granulations contenues dans la cellule-mère. Ce sont les études que nous avons faites sur le sperme de la grenouille qui nous ont amené à cette opinion, études dont nous allons présenter ici un court résumé.

Les grenouilles présentent cette particularité qui, croyons-nous, est exceptionnelle, c'est que l'on trouve dans leurs testicules des spermatozoïdes à toutes les époques de l'année. Seulement, leur développement, leur forme, sont essentiellement différents en hiver et en été.

En hiver, on trouve, dans le sperme testiculaire, des cellules arrondies,

(*) *a*, cellules spermatiques en voie de formation; *b*, cellules spermatiques remplies de granulations; *c*, cellules contenant des granulations placées bout à bout et dont chaque série doit constituer un spermatozoïde; *d*, faisceau de spermatozoïdes sortis d'une cellule et en rapport par des filaments excessivement déliés avec des granulations mobiles; *e*, faisceau de spermatozoïdes sortis de la cellule, mais encore en rapport avec le noyau nucléole de celle-ci; *g*, spermatozoïdes mus par un mouvement oscillatoire très-régulier qui rappelle celui des cils vibratiles; *h*, cellule spermatique vide. On voit de plus, dans cette figure, des granulations mobiles, libres, et des faisceaux de spermatozoïdes enroulés, dans l'intérieur de cellules.

contenant toujours un noyau très-distinct, de plus de nombreuses granulations réparties dans l'intérieur de ces cellules. C'est aux dépens de ces granulations que se forme le spermatozoïde; dans certaines préparations, en effet, on peut constater dans la cellule la présence de filaments moniliformes, dus à la juxtaposition de ces granulations (fig. 15).

Dans d'autres cellules, et celles-là sont beaucoup plus nombreuses que les premières, on trouve des faisceaux de spermatozoïdes droits ou enroulés, et ces cellules ne possèdent plus qu'un nombre très-limité de granulations. Dans tous les cas, le noyau de la cellule reste intact, et ne concourt, par conséquent en rien à la production des spermatozoïdes. A un certain moment, la cellule se rompt par déhiscence, et le faisceau de spermatozoïdes qu'elle contient s'en échappe. Alors que ce faisceau a abandonné sa cellule, les spermatozoïdes restent unis par une de leurs extrémités avec les granulations qui n'ont point servi à leur formation ; Ces granulations sont, de plus, animées de mouvements extrêmement rapides qui tendent à dissocier les filaments; ce sont elles qui, sans aucun doute, ont été prises par presque tous les auteurs pour des têtes de spermatozoïdes. Mais les filaments spermatiques de la grenouille sont dépourvus de têtes, ils se présentent sous forme de filaments effilés à leurs deux extrémités, plus effilés cependant d'un côté que de l'autre, du côté qui correspond à la direction du mouvement. On peut s'assurer de ce fait en examinant les spermatozoïdes pris dans le liquide des vésicules séminales; là ils ne sont plus reliés à des granulations mobiles et se montrent avec leur véritable forme.

En été, le sperme testiculaire des grenouilles présente les particularités suivantes. D'abord, les spermatozoïdes, dont la forme est alors celle d'un petit bâtonnet, ont une longueur trois ou quatre fois moindre que dans la période précédente, et ne se présentent jamais réunis en faisceaux. Au lieu de naître de cellules, ils naissent de noyaux libres; ces noyaux deviennent granuleux, et les granulations s'unissent les unes aux autres pour constituer, dans chaque noyau, un seul spermatozoïde. Celui-ci, une fois formé, s'échappe du noyau ; mais en s'échappant, il entraîne une partie de la substance du noyau, laquelle partie se montre sous forme d'un filament extrêmement fin, généralement muni sur son trajet de granulations. Quand le spermatozoïde et son prolongement sont libres, celui-ci, d'une part, le spermatozoïde, d'autre part, se meuvent avec rapidité et dans des sens différents.

Mais les modifications qui s'effectuent dans le développement des spermatozoïdes de la grenouille à deux époques différentes de l'année ne surviennent pas brusquement. En avril, par exemple, époque où nous avons surtout bien étudié la transition, on voit d'abord les cellules spermatiques, qui quelques jours auparavant chez d'autres grenouilles étaient remplies de filaments, n'en contenir plus que quelques-uns, en même temps que ceux-ci sont diminués notablement de longueur; ils portent, de plus, des prolongements analogues à ceux que posséderont les fila-

ments développés plus tard. Peu de jours après, on constate la présence de cellules remplies de noyaux granuleux, et dans l'intérieur de ces noyaux on trouve souvent des spermatozoïdes développés. Il est probable que les auteurs, tels que Kölliker, qui ont décrit des noyaux multiples dans l'intérieur des cellules spermatiques de la grenouille, noyaux

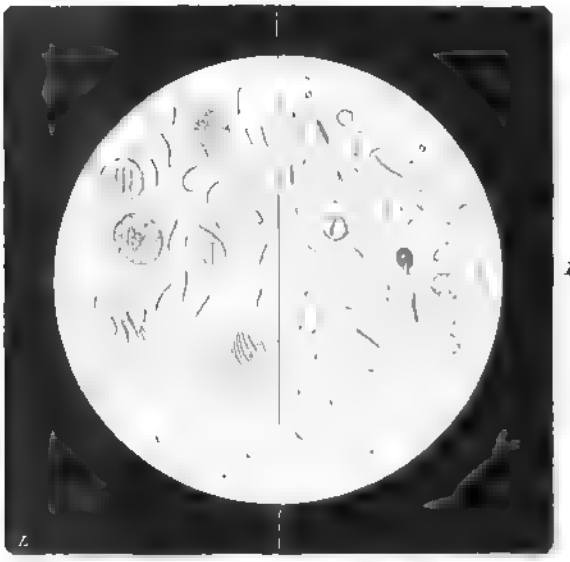


Fig. 16. — Développement des spermatozoïdes de la grenouille au printemps et en été (*).

aux dépens desquels se développeraient en tout temps les spermatozoïdes, ont fait leurs observations en avril. Enfin, quelques jours plus tard, on ne trouve plus que des noyaux libres, sans trace de cellules spermatiques mères. Toutes ces modifications s'effectuent dans l'espace de quinze à trente jours, après quoi le développement demeure uniforme pendant six mois.

Il résulte donc que, chez les batraciens, les spermatozoïdes se développent, en hiver dans l'intérieur de cellules spermatiques, en été dans l'intérieur de noyaux; mais que, dans tous les cas, leur développement se fait par l'union entre elles des granulations contenues dans les cellules ou dans les noyaux. Ces granulations sont par conséquent des éléments des

(*) La figure placée à gauche représente une phase du développement des spermatozoïdes de la grenouille en avril. On y voit : 1° des cellules contenant des spermatozoïdes en nombre peu considérable et peu développés; 2° une cellule contenant des granulations disposées en série, chaque série devant former un spermatozoïde; 3° des spermatozoïdes munis de filaments granuleux mobiles; 4° des granulations spermatiques mobiles et libres.

La figure placée à droite représente le développement des spermatozoïdes de la grenouille en été. On y voit : 1° des noyaux spermatiques granuleux; 2° des noyaux spermatiques contenant chacun un spermatozoïde ayant la forme de bâtonnet; 3° des spermatozoïdes munis de filaments granuleux mobiles; 4° des filaments granuleux mobiles et libres; 5° des granulations mobiles.

plus essentiels pour la formation des spermatozoïdes ; elles acquièrent un degré d'importance beaucoup plus grand encore, quand on envisage les phénomènes qu'elles présentent, alors que, n'ayant pas servi à l'origine du spermatozoïde, elles sont sorties des cellules ou des noyaux. Ces granulations, susceptibles de prendre un certain développement, tout

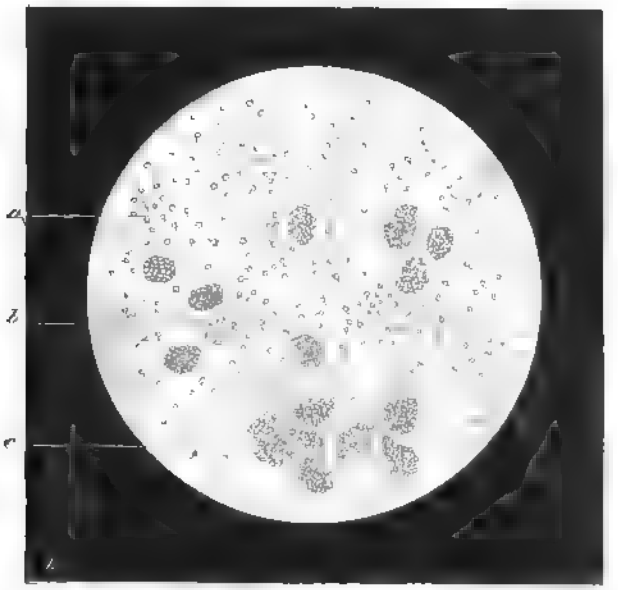


Fig. 17. — Développement des spermatozoïdes du brochet (*).

en restant plus ou moins arrondies, se meuvent, de même que le spermatozoïde, avec une rapidité extraordinaire. Si elles sont encore en rapport avec les têtes des filaments condensés en faisceaux, elles semblent faire effort pour les dissocier les uns des autres; si elles sont complétement libres, elles exécutent les mouvements les plus bizarres et les plus singuliers dans tous les sens indistinctement, mouvements bien différents des mouvements browniens. Enfin, on peut constater souvent dans le sperme de la grenouille, observé en été, que les noyaux n'aboutissent pas toujours à la formation des spermatozoïdes; de grosses granulations les remplacent, et ces granulations s'échappent du noyau en entraînant avec elles une partie de la substance de celui-ci, conservant en quelque sorte le mouvement qu'aurait dû posséder le spermatozoïde, s'il s'était formé à leurs dépens. Ces observations, des plus faciles à constater, puisqu'il suffit de déposer sous le champ du microscope une goutte de sperme diluée dans l'eau, démontrent bien que le mouvement des spermatozoïdes

(*) *b*, cellule spermatique encore peu granuleuse, munie de son noyau; *c*, cellules spermatiques remplies de granulations; *a*, spermatozoïdes qui ne sont autres que des granulations mobiles qui auparavant étaient renfermées dans les cellules.

doit être mis sur la même ligne que le mouvement des granulations spermatiques ; et s'il était besoin encore aujourd'hui de nouvelles preuves de la non-animalité de ces filaments, celle-ci serait sans réplique, car il ne peut arriver à l'idée de personne de soutenir que ces granulations, qui s'agitent souvent avec une rapidité étonnante et de la façon la plus extraordinaire, soient des animaux.

Les grenouilles ne seraient pas, d'après nos observations, les seuls animaux chez lesquels les spermatozoïdes se développeraient aux dépens des granulations contenues dans les cellules spermatiques, sans qu'on puisse faire intervenir une action quelconque des noyaux. Ainsi, chez le brochet, la carpe (fig. 17), les spermatozoïdes ne sont autre chose que les granulations mêmes qui existent dans les cellules ; seulement, ces granulations se sont légèrement modifiées dans leur forme primitive, en ce qu'au lieu d'être complétement arrondies, elles portent sur un de leurs pôles une

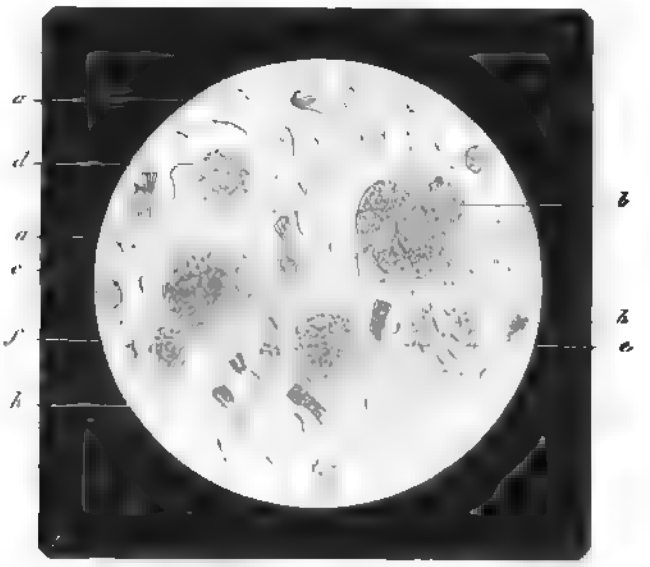


FIG. 18. — Développement des spermatozoïdes du lapin (*).

saillie légère. Nous avons cru reconnaître aussi chez les passereaux, au printemps, que dans les cellules spermatiques renfermant généralement des noyaux très-distincts, entre lesquels sont disséminées des granulations, les spermatozoïdes se formaient, non dans l'intérieur des noyaux, mais dans leur intervalle, c'est-à-dire là où existent des éléments granu-

(*) *aa*, spermatozoïdes. *b*, cellule spermatique contenant quatorze noyaux, dont deux possèdent chacun une tête de spermatozoïde développée ; *c*, cellule spermatique contenant deux cellules-filles, munies chacune d'un noyau aux dépens duquel se formeront deux spermatozoïdes ; *d*, une cellule spermatique munie d'un noyau ; *e*, une cellule spermatique contenant une cellule-fille munie d'un noyau ; *h*, faisceau de spermatozoïdes.

leux libres. Il est, pour nous, très-probable que c'est aux dépens de ces granulations internucléaires que les filaments spermatiques se développent; ce qui vient à l'appui de cette manière de voir, c'est que le nombre des spermatozoïdes réunis en faisceaux est toujours, chez les passereaux, bien plus considérable que le nombre des noyaux.

Quant au développement des spermatozoïdes chez le chien, le chat, le lapin (fig. 18), le lièvre, le coq, le rat, la souris, le cochon d'Inde, nous avons reconnu qu'il se rapportait à la description de Godard. Le seul point sur lequel nous différerons, c'est que, pour nous, les éléments dans lesquels les spermatozoïdes de ces divers animaux se développent sont bien des noyaux et non des cellules; et la preuve que nous en donnerons, c'est qu'il n'est pas rare, chez le lapin en particulier, de trouver un noyau dans le centre d'une cellule, contenue elle-même, seule ou avec d'autres, dans une plus grande cellule-mère (pl. 8). De plus, il est impossible de constater autour de ces éléments aucune membrane enveloppante.

Index bibliographique (Sécrétion spermatique). — CURLING, *Traité pratique des maladies du testicule, etc.*, traduit par Gosselin, année 1857. — KÖLLIKER, *Éléments d'histologie humaine*, trad. Sée et Réclard, année 1856. — ROUGET, *Note sur les appareils musculaires annexés aux glandes séminales dans les deux sexes et sur leurs fonctions* (*Comptes rendus de l'Académie des sciences*, 1857). — PELLETIER, *Bulletin de la Société des sciences naturelles de France*, nos 1 et 3. — WAGNER, *Histoire de la génération et du développement*, traduct. par A. Habets, année 1841. — KÖLLIKER, *loc. cit.* — IDEM, *Journal de zoologie* par Siebold et Kölliker, année 1856. — CH. ROBIN, *Mémoire sur le développement des spermatozoïdes, des cellules et des éléments anatomiques des tissus végétaux et animaux* (*Journal de l'Institut*, n° 759, du 19 juillet 1848. Paris, vol. XVI). — GODARD, *Études sur la monorchidie et la cryptorchidie chez l'homme.* Paris, 1857.

EXCRÉTION SPERMATIQUE.

Sorti des testicules, le sperme traverse les canaux déférents et se rend dans les vésicules séminales, où il séjourne pendant un certain temps; celles-ci, en se contractant sous l'influence d'excitations de nature érotique, le repoussent dans les conduits éjaculateurs ; de là il arrive dans l'urèthre, traverse ce canal, et s'échappe enfin par le méat. Dans tout ce trajet, le sperme testiculaire rencontre une série de liquides de nature différente, liquides qui servent à le perfectionner. Nous avons donc à étudier maintenant le mécanisme de l'excrétion spermatique et la composition de chacune des humeurs qui se mélangent à l'humeur issue des glandes séminales.

CANAL DÉFÉRENT. — Le canal déférent naît de la queue de l'épididyme, remonte d'abord parallèlement à celui-ci (portion testiculaire du canal déférent), puis se dirige obliquement vers l'anneau inguinal externe du canal inguinal (portion funiculaire), traverse ensuite le canal inguinal (portion inguinale), plonge dans la cavité pelvienne en longeant la face postérieure de la vessie (portion pelvienne) et se continue avec les canaux éjaculateurs, au point où les vésicules séminales viennent communiquer avec lui.

[illegible] régulièrement cylindrique, si ce n'est dans sa partie terminale, où il [illegible] remarquable par son aspect bosselé et l'augmentation de son calibre.

[illegible] est composée de trois couches : 1° l'externe, de nature celluleuse; 2° la [illegible] musculaire, est représentée par deux plans de fibres lisses, l'une à [illegible] longitudinale, l'autre à direction transversale; 3° l'interne, muqueuse, [illegible] par un épithélium cylindrique. Au niveau du renflement terminal, [illegible] muqueuse présente une disposition aréolaire remarquable. C'est aussi dans [illegible] de la muqueuse déférentielle que l'on constate surtout la présence de [illegible] glandulaires simples ou multiples.

Les causes qui favorisent la circulation du sperme dans le canal déférent sont : 1° la force de *vis à tergo*, force en vertu de laquelle chaque molécule liquide est poussée par celle qui la suit, au fur et à mesure qu'il en arrive de nouvelles dans les conduits séminipares ; 2° la contraction du crémaster, celle des fibres musculaires contenues dans la tunique fibreuse et celle des fibres éparses à la surface du cordon; contractions qui s'effectuent surtout pendant l'acte du coït, et ont pour effet de comprimer le testicule et le canal déférent, et de favoriser l'écoulement du liquide qu'ils renferment; 3° enfin, la contraction du canal déférent.

Ces diverses causes luttent contre la pesanteur dans la portion funiculaire du canal déférent, mais elles sont aidées par elle dans sa portion pelvienne.

Dans le canal déférent, le sperme du testicule se mêle au liquide fourni par les glandules de ce canal. D'après M. Ch. Robin, ce dernier liquide est peu filant, peu visqueux, brunâtre ou gris jaunâtre ; il contient des cellules épithéliales prismatiques et nucléaires, des granulations ovoïdes ou polyédriques réfractant fortement la lumière, à centre brillant, à contour brun foncé. Ce liquide fait perdre au sperme testiculaire sa consistance pâteuse, sa coloration crémeuse, pour lui donner une consistance plus fluide et une coloration légèrement brunâtre.

Parvenue à l'extrémité du canal déférent, l'humeur provenant du testicule, unie à celle de ce canal, se trouve en face de deux ouvertures, l'une appartenant au conduit éjaculateur, l'autre appartenant à la vésicule séminale correspondante. La première, revenue fortement sur elle-même, oppose au sperme un obstacle que, dans les conditions normales, il ne peut vaincre; la seconde, au contraire, se laisse facilement traverser, et ce liquide passe dans la vésicule, où il demeure jusqu'à ce que celle-ci soit sollicitée à se contracter.

VÉSICULES SÉMINALES. — Ces vésicules, au nombre de deux, sont situées entre le bas-fond de la vessie et le rectum, en arrière de la prostate, en dehors de la portion terminale des canaux déférents; leur direction est oblique de haut en bas et de dehors en dedans. Elles sont piriformes, aplaties d'avant en arrière; la grosse extrémité est tournée en haut et en dehors, la petite en bas et en dedans.

Chaque vésicule est formée par un canal replié sur lui-même un grand nombre de fois, et présentant sur son trajet des diverticules; ce qui fait qu'elles paraissent aréolaires quand on les sectionne. Ce canal, terminé en cul-de-sac, se réunit inférieurement à angle aigu avec l'extrémité du canal déférent pour constituer le canal éjaculateur.

STRUCTURE. — Les deux vésicules sont entourées par une enveloppe commune circonscrivant deux loges distinctes qui se confondent en une seule sur la ligne médiane. Cette enveloppe, dépendance de l'aponévrose prostato-péritonéale, est celluleuse et musculaire (fibres lisses). Les parois des tubes des vésicules sont consti-

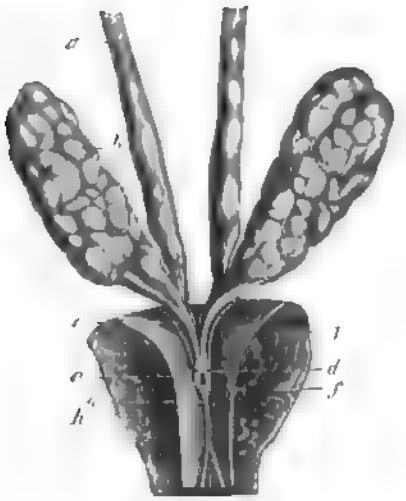


FIG. 19. — Canal déférent, vésicule séminale, canal éjaculateur injectés (*).

FIG. 20. — Coupe longitudinale du canal déférent et de la vésicule séminale (**).

tuées par trois couches : la couche externe est celluleuse, la moyenne est musculaire (fibres lisses), l'interne est formée par des fibres de tissu cellulaire et des fibres élastiques ; cette dernière est tapissée par un épithélium cylindrique et nucléaire.

Les vésicules séminales sont, d'une part, des réservoirs du sperme, d'autre part, des organes qui fournissent un liquide destiné à diluer le sperme et entretenir la vitalité des spermatozoïdes. Un grand nombre d'auteurs cependant ont soutenu, depuis Hunter, que les vésicules ont pour rôle principal ou exclusif de sécréter une humeur qui sert au perfectionnement du sperme. Ils ont invoqué, surtout à l'appui de cette opinion, l'isolement fréquent, chez les animaux, du canal déférent et des vésicules séminales, ces dernières aboutissant quelquefois directement au canal de l'urèthre sans se trouver sur le trajet des vésicules. Mais ce n'est pas là une raison pour nier que, chez l'homme et chez les animaux qui possèdent des vésicules communiquant librement avec les conduits déférents, ces vési-

(*) *a*, canal déférent ; *b*, vésicule séminale présentant de nombreuses bosselures ; *c*, canal éjaculateur ; *d*, terminaison du canal éjaculateur ; *e*, ouverture de l'utricule prostatique ; *f*, *g*, verumontanum ; *h*, prostate.

(**) *a*, canal déférent ; *b*, sa portion terminale, présentant des alvéoles nombreux, séparés par des cloisons anastomosées en réseau ; *c*, vésicule séminale dont la coupe présente l'aspect d'une agglomération de cellules communiquant toutes entre elles ; *d*, réunion à angle aigu du canal de la vésicule et du canal déférent ; *e*, conduit éjaculateur.

cules ne fassent pas l'office de réservoir, au même titre que la vessie pour l'urine, la vésicule biliaire pour la bile. Une preuve, du reste, qui est contraire à cette opinion, c'est qu'après la mort, on trouve toujours des spermatozoïdes en quantité considérable dans ces vésicules, chez les sujets qui en possèdent dans leurs testicules et dans leurs canaux déférents.

Le liquide des vésicules séminales, chez l'homme et chez un grand nombre d'animaux, paraît être un produit d'exhalation de la muqueuse, car on ne rencontre point, en général, dans celle-ci, d'éléments glandulaires. Chez certains animaux seulement, tels que, chez les rats et les souris, des glandes acineuses constituent la plus grande partie des parois de ces vésicules.

Ce liquide possède les caractères suivants : il est brunâtre ou grisâtre, quelquefois jaunâtre, en général plus ou moins opaque, légèrement visqueux, d'autres fois gélatiniforme et un peu grenu au toucher.

Il renferme : 1° Des cellules épithéliales prismatiques et des épithéliums nucléaires qui proviennent des parois des vésicules.

2° Des plaques d'une étendue très-variable, pouvant atteindre en largeur jusqu'à 2 ou 3 millimètres, mais en général beaucoup moins étendues, molles, se repliant souvent sur elles-mêmes, quand on les agite sous le champ du microscope. Leur forme est arrondie ou polyédrique; les faces sont lisses, les bords mousses et hérissés quelquefois de prolongements très-bizarres. Leur couleur est grisâtre, elles paraissent être formées par une substance homogène. Ces plaques jaunissent sous l'influence de la teinture d'iode. Elles disparaissent un certain temps après l'éjaculation, quand le sperme est conservé dans un vase, dissoutes par les autres humeurs que le liquide des vésicules a rencontrées dans le canal de l'urèthre; par l'agitation elles sont détruites instantanément. Si le sperme se dessèche, aussitôt sa sortie, sur un linge ou sur un autre objet, on peut les retrouver intactes dans la tache. Enfin, elles se gonflent, puis se dissolvent promptement sous l'influence de l'acide acétique et de l'ammoniaque. Chez les vieillards, ces plaques peuvent prendre un aspect brunâtre ou rosé. La coloration rose est due à ce qu'elles sont teintées par une certaine quantité de sang provenant de petites hémorrhagies qui se sont faites dans la vésicule. C'est à M. Ch. Robin que l'on doit d'avoir décrit le premier ces corps auxquels il donna le nom de sympexions. Selon cet auteur, il existerait une seconde variété de ces concrétions dont les caractères seraient les suivants : ce seraient de petites concrétions incolores, transparentes, tantôt arrondies, tantôt cylindroïdes, et dans ce cas contiguës les unes aux autres et se soudant au point de contact. Lorsqu'elles se produisent, elles englobent dans leur épaisseur les spermatozoïdes, qui restent immobiles et pris comme dans la glace, ou autres corps solides, noyaux, leucocytes. Comme les premières, ces concrétions jauniraient sous l'influence de la teinture d'iode, se dissoudraient dans l'acide acétique. Sur une centaine d'échantillons de sperme que nous avons examinés, nous n'avons jamais pu rencontrer cette variété; nous croyons donc qu'elle doit être extrêmement rare.

Il est difficile de dire où les plaques séminales prennent origine; il n'est pas prouvé, pour nous, qu'elles se forment exclusivement dans

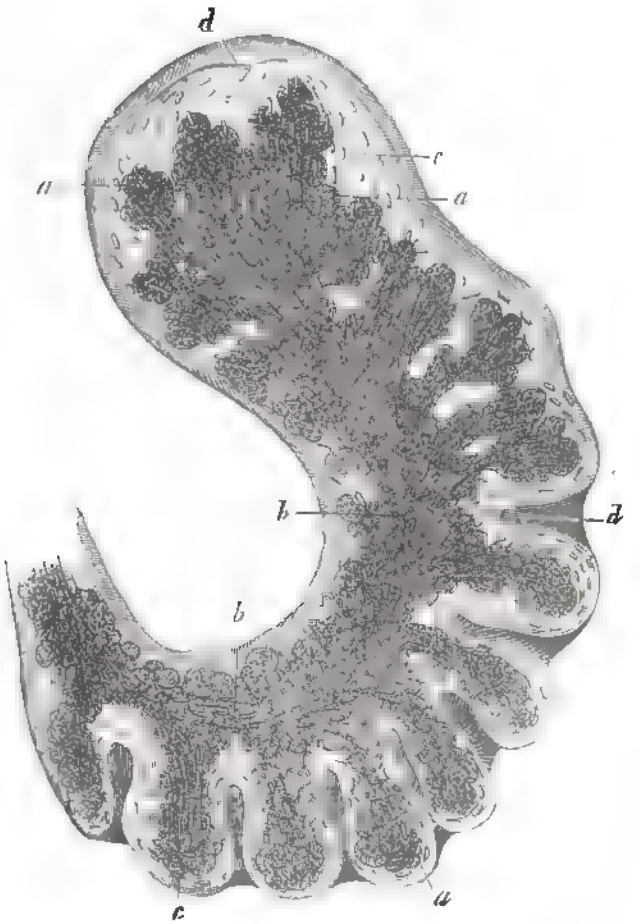


Fig. 21. — Vésicule séminale de la souris, d'après Leydig (*).

les vésicules séminales, car nous avons pu en constater de bien évidentes dans du sperme pris dans le canal déférent d'un sujet. Quant à leur nature, elle est encore douteuse; en tout cas, il est certain qu'elles ne sont pas formées par un dépôt de mucosine, puisqu'elles sont solubles dans l'acide acétique, contrairement à cette substance. Pour M. Ch. Robin, ces concrétions seraient formées essentiellement de substances azotées.

3° Enfin, on peut trouver dans ce liquide des leucocytes, des hématies,

(*) *aa*, glandes qui forment la presque totalité de l'organe et qui débouchent dans un canal central *bb*; *c*, muscles lisses avec leur noyau; *d*, tissu conjonctif qui revêt la vésicule séminale en entier, et plonge au fond des anses périphériques.

de l'hématoïdine en grains amorphes, de petites granulations jaunâtres qui réfractent fortement la lumière.

La quantité de liquide fournie par les vésicules est toujours en rapport avec l'état des testicules. Si les testicules sont sains, les épididymes seraient-ils oblitérés, comme dans le cas d'épididymite double, la quantité est, en général, assez considérable ; si les testicules sont désorganisés par l'envahissement d'une production morbide qui a altéré complétement son tissu, elle est très-faible ou nulle. Chez les cryptorchides, ce liquide est diminué, mais non suspendu; chez les anorchides, de même que chez les eunuques, il est en très-petite quantité ou n'existe pas.

Mais, si l'activité des vésicules séminales, envisagées comme organes de sécrétion, est liée intimement à l'intégrité des testicules, l'inverse existe aussi. Il est à remarquer, en effet, que dans la plupart des cas où les vésicules séminales sont malades, on ne trouve point de spermatozoïdes dans le sperme éjaculé, comme l'a indiqué M. Roubaud. Dans quelques circonstances, cette aspermatozie peut bien tenir à des productions morbides tuberculeuses, cancéreuses, etc., qui ont envahi à la fois les vésicules et les canaux déférents, et, par cela même, intercepté les voies d'excrétion. Mais, dans d'autres circonstances, comme dans l'inflammation des vésicules séminales, sans oblitération du canal, l'absence des spermatozoïdes ne peut s'expliquer que par un trouble dynamique dans les fonctions sécrétoires des testicules. Dans la plupart de ces cas, en effet, rien d'anormal ne se révèle dans la forme, le volume et la sensibilité des glandes séminales.

L'expulsion du liquide des vésicules s'opère par la contraction simultanée des fibres qui entrent dans la constitution même des deux tubes qui les forment, et de celles qui sont renfermées dans leur enveloppe. Ces dernières, entourant les vésicules de toutes parts, tendent à exprimer leur contenu à la façon de la main qui exprimerait une éponge dont les vacuoles sont remplies de liquide. La contraction simultanée de ces deux ordres de fibres est une contraction lente, mais assez énergique pour vaincre l'obstacle qu'opposent les conduits éjaculateurs; toutefois cette contraction ne va pas jusqu'à l'évacuation complète des vésicules séminales, celles-ci ne se débarrassent que d'une partie du liquide qu'elles renferment. Brachet s'en est assuré en les ouvrant chez deux chats, immédiatement après la copulation, et, dans les deux cas, il les a trouvées encore remplies de sperme. D'autre part, chez un individu qui avait été atteint d'apoplexie foudroyante au moment de l'éjaculation et autopsié par le même auteur, les vésicules possédaient une assez grande quantité de sperme.

CONDUITS ÉJACULATEURS.— Ces conduits, d'un très-petit calibre, sont situés sur le prolongement des canaux déférents et des vésicules séminales. Ils traversent une excavation infundibuliforme qui existe à la partie postérieure de la prostate, et viennent s'ouvrir à l'extrémité postérieure du verumontanum. Ces conduits sont

formés par trois tuniques, une externe celluleuse, une moyenne musculaire, une interne muqueuse.

CANAL DE L'URÈTHRE. — Ce canal s'étend de la vessie à l'extrémité du pénis. Il comprend trois parties : la portion prostatique, la portion membraneuse et la portion spongieuse.

Direction générale : Ce canal présente deux courbures : l'une, postérieure, qui regarde en haut et en avant, vers la symphyse pubienne; l'autre, antérieure, qui regarde en bas et qui correspond par sa convexité au ligament suspenseur du pénis. — Longueur : 16 centimètres. — Calibre : dilaté en trois points et rétréci en quatre. Les trois dilatations correspondent à la fosse naviculaire, au bulbe, à la portion prostatique; les parties rétrécies correspondent aux points intermédiaires. — Orifices : au nombre de deux : l'un, postérieur, est l'orifice de la vessie (col) garni de fibres circulaires; l'autre, antérieur, correspond au méat urinaire.

PROSTATE ET PORTION PROSTATIQUE DU CANAL DE L'URÈTHRE. — Prostate. Situation : au-devant et au-dessous de la vessie, en avant de l'angle rectal, en arrière et au-dessous de la symphyse pubienne. — Direction : oblique en bas et en avant. — Forme : celle d'un cône aplati d'avant en arrière, et échancré postérieurement. — Rapports : elle est contenue dans une loge fibro-musculaire, formée en avant par les ligaments antérieurs de la vessie, en arrière par l'aponévrose prostato-péritonéale, sur les côtés par les aponévroses pubio-rectales. Sa base se continue avec le sommet des vésicules séminales, son sommet avec la portion membraneuse. — Structure : Elle est constituée : 1° par des glandules formées de culs-de-sac qui se rendent isolément dans un conduit excréteur, lequel s'ouvre sur les côtés du verumontanum; les culs-de-sac sont tapissés par un épithélium pavimenteux, les canaux excréteurs par de l'épithélium cylindrique; 2° par des faisceaux de tissu cellulaire qui se dirigent en tout sens et sont mélangés à un grand nombre de fibres musculaires lisses.

PORTION PROSTATIQUE DU CANAL DE L'URÈTHRE. — Elle est oblique en bas et en avant, croise la direction de la prostate. Sa paroi inférieure possède une crête médiane (verumontanum), sur les côtés de laquelle s'ouvrent les glandes prostatiques; à l'extrémité postérieure de cette crête correspond l'ouverture de l'utricule prostatique, diverticulum sphérique qui contient dans son intérieur de petites glandes en grappe. A droite et à gauche de l'ouverture de l'utricule prostatique s'ouvrent les deux conduits éjaculateurs (voy. fig. 19).

La muqueuse du canal prostatique est en rapport sur tout son pourtour avec des fibres musculaires lisses, et en avant et sur les côtés avec un muscle à fibres striées (muscle strié de la prostate de M. Sappey).

PORTION MEMBRANEUSE. — Elle fait suite à la portion prostatique. Elle est oblique de haut en bas et d'arrière en avant. Rapport : en bas, avec le bulbe de l'urèthre et les glandes bulbo-uréthrales; en haut et sur les côtés, avec une masse fibreuse disposée en arcade au-dessous de l'arcade du pubis et traversée par les veines dorsales du pénis. — Structure : En allant de dehors en dedans, on trouve : 1° le muscle orbiculaire de l'urèthre (Jarjavay), qui représente en quelque sorte la tunique externe; ce muscle est constitué par des fibres qui partent de l'arcade fibreuse sous-pubienne, et qui viennent contourner l'urèthre et s'entrecroiser sur la ligne médiane : ces fibres se prolongent et s'entrecroisent de la même façon sur les côtés et au-dessous de la prostate; elles sont traversées par de nombreuses veines; 2° une couche de fibres musculaires lisses à direction longitudinale; 3° la muqueuse, qui présente, surtout à sa face supérieure, de nombreuses ouvertures, terminaisons de petites glandes en grappe situées dans la couche musculaire sous-jacente (glandes de Littre).

PORTION SPONGIEUSE DE L'URÈTHRE. — Elle comprend trois parties : le bulbe, le corps cylindroïde, le gland.

1° Bulbe. Il a la forme d'un cône allongé dont la base fait saillie au-dessous de la portion membraneuse; cette base est échancrée et divisée ainsi en deux renflements latéraux. Le bulbe est situé entre les racines du corps caverneux, coiffé

en partie par le muscle bulbo-caverneux, et en avant des deux glandes de Cowper ou glandes bulbo-uréthrales (glandes en grappe contenues dans la loge moyenne du périnée et possédant deux canaux excréteurs qui, après avoir traversé le bulbe, viennent s'ouvrir dans le canal uréthral. Le corps de ces glandes est entouré et quelquefois traversé par des fibres, musculaires; ces fibres, parties du raphé médian inférieur de la portion membraneuse, viennent s'insérer à la tubérosité ischiatique (muscle de Guthrie ou ischio-uréthral).

2° Corps cylindroïde. Situé dans la gouttière inférieure des corps caverneux, en rapport en bas et sur les côtés avec la tunique élastique commune du pénis.

3° Gland. Il a la forme d'un cône à base postérieure. Cette base est excavée pour recevoir le corps caverneux, le sommet présente une ouverture (méat); sa face externe, recouverte par le prépuce, est hérissée de petites saillies papillaires, les unes disposées régulièrement autour de la partie saillante de la couronne, les autres disposées linéairement de la base au sommet (fig. 26).

Structure de la portion spongieuse. — En allant de dehors en dedans, on trouve : 1° une membrane de nature musculaire et élastique, excepté auniveau du gland, où elle est remplacée par une membrane muqueuse contenant beaucoup de fibres élastiques; 2° du tissu érectile (voy. ÉRECTION); 3° une couche de fibres musculaires lisses longitudinales; 4° la muqueuse, qui possède des papilles seulement au niveau de la portion glandaire, et qui présente dans toute son étendue des ouvertures qui sont la terminaison de conduits excréteurs, surmontés de culs-de-sac glandulaires (lacunes de Morgagni). Pour vaisseaux et nerfs (voyez chapitre ÉRECTION).

L'humeur déjà complexe, qui s'échappe des vésicules séminales, le devient plus encore en traversant le canal de l'urèthre, car elle s'unit au liquide fourni par la prostate, les glandes bulbo-uréthrales et celles de Littre.

Le liquide prostatique est blanc crémeux; c'est lui qui donne au sperme éjaculé sa coloration laiteuse, masquant par son mélange la coloration grisâtre de l'humeur des vésicules séminales. Cependant il n'est pas rare, quand le coït est fréquemment renouvelé, de constater que la coloration de cette dernière humeur l'emporte. La consistance du liquide prostatique est celle d'un lait épais, sa réaction est alcaline.

Il contient : 1° de fines granulations qui réfractent fortement la lumière, c'est à ces granulations qu'il doit sa couleur; 2° des cellules épithéliales cylindriques; 3° des concrétions de nature azotée jaunâtres ou noirâtres, ou rosées, formées par une série de couches concentriques et un noyau central, et se colorant en brun rougeâtre sous l'influence de la teinture d'iode. Ces concrétions, qu'il ne faut pas confondre avec des concrétions de nature calcaire, qu'on trouve souvent aussi dans la prostate, n'ont en général qu'un faible volume; malgré cela, elles ne se rencontrent que dans le liquide prostatique exprimé de la prostate, jamais on ne les retrouve dans le sperme éjaculé (Ch. Robin).

Le liquide prostatique s'échappe des glandes qui le sécrètent, au moment où le sperme provenant des vésicules traverse le canal prostatique; de là le mélange intime de ces humeurs, mélange qui ne permet plus de les distinguer quand elles sont hors de l'urèthre. Cette excrétion est sous la dépendance des nombreuses fibres musculaires qui entourent de toutes parts les glandes; ces fibres, en se contractant, rétrécissent le calibre des

culs-de-sac et de leurs conduits excréteurs, et expulsent leur contenu. Il semblerait que ces fibres n'entrent en jeu que sous l'influence d'excitations vénériennes, car, dans aucune circonstance, autre que celle de l'éjaculation, ce liquide ne s'échappe de la prostate. Les auteurs qui l'ont signalé dans certains écoulements uréthraux l'ont confondu, soit avec le liquide des glandes bulbo-uréthrales, soit avec du mucus ou du pus.

L'humeur des glandes bulbo-uréthrales est sans doute excrétée au même moment que celle des glandes prostatiques, mais comme les ouvertures des premières sont à une certaine distance des ouvertures des secondes, il en résulte que, lors de l'éjaculation, le liquide des glandes bulbo-uréthrales arrive le premier à l'extérieur et sans mélange avec le produit mixte provenant du testicule, des vésicules séminales et de la prostate. Aussi, est-il facile d'étudier les caractères de cette humeur, des plus simples, du reste, dans sa constitution. Elle est visqueuse, incolore, dépourvue de tout élément anatomique.

Son excrétion est la conséquence de la contraction des fibres du muscle de Guthrie, fibres au milieu desquelles les deux glandes de Cooper se trouvent placées.

Contrairement au liquide de la prostate, celui des glandes de Cooper peut s'échapper en dehors de l'éjaculation, chez les sujets continents surtout, sous l'influence de simples pensées érotiques, quelquefois pendant l'accomplissement de l'acte du coït, quelquefois lors de la défécation, ou après l'équitation, une marche forcée, une station assise prolongée. Ces faits sont importants à connaître, car ils enseignent que, chez des sujets qui n'ont point abusé des plaisirs génésiques, le liquide qui s'écoule de l'urèthre avant ou pendant le coït, en tout cas avant l'éjaculation, n'est point un liquide fécondant; ils permettent aussi au médecin de ramener le calme dans l'esprit de certains individus que l'écoulement de ce liquide, provoqué chez eux par les causes les plus légères, effraye souvent d'une façon extraordinaire, au point de les rendre hypochondriaques.

Sans doute que les glandes de Méry, les lacunes de Morgagni, fournissent aussi leur contingent à la constitution du sperme mixte, mais la nature des liquides qu'elles sécrètent est inconnue.

Il nous reste à faire voir quels sont les agents de transmission du sperme à travers les conduits éjaculateurs et tout le canal de l'urèthre.

Le passage du sperme dans les conduits éjaculateurs est dû à la contraction des vésicules séminales, contraction provoquée, en général, par l'éréthisme vénérien. Cette contraction tend à expulser le liquide que ces vésicules renferment, et à le diriger vers ces étroits conduits, qui, devant lui, se dilatent mécaniquement et livrent passage au sperme, après quoi ils reviennent sur eux-mêmes par le fait de leur contractilité et de leur élasticité.

Il semble, de prime abord, que le sperme, chassé des vésicules, doive s'engager de préférence dans les canaux déférents et les remonter; ceux-ci ont, en effet, un calibre plus considérable que les conduits éja-

culateurs, et paraissent, quand on les examine après la mort, plus dilatables. S'il n'en est point ainsi, la cause en est dans l'obstacle que lui présente le liquide qui, lors de l'éréthisme, s'échappe de la glande séminale, et se dirige vers les vésicules.

Parvenu dans le canal prostatique, le sperme, par sa présence, met en jeu la contractilité des muscles situés à l'extérieur de la muqueuse, et notamment celle du muscle strié de M. Sappey; soumis par cette influence à une certaine pression, il est repoussé dans la direction où il rencontre le moins de résistance. Or, le col de la vessie, contracté comme nous le verrons plus loin, est un obstacle qu'il ne peut vaincre; il passe donc dans la portion membraneuse, où il met en jeu la contractilité du muscle orbiculaire qui l'expulse vers la portion bulbeuse. Mais alors le liquide des glandes de Cooper est déjà parvenu à la surface de la muqueuse bulbaire; déjà même il a sollicité la contraction du muscle bulbo-caverneux, contraction qui s'est effectuée brusquement, s'est répétée un certain nombre de fois, et a concouru à expulser par saccades l'humeur de ces glandes. Ce n'est donc que quand une certaine quantité de cette humeur s'est échappée hors de l'urèthre, que le sperme qui arrive de la prostate parvient dans la portion bulbeuse, suscite de nouveau les contractions réflexes du bulbo-caverneux, et est projeté, comme l'a été le liquide des glandes bulbo-uréthrales, à une certaine distance, d'autant moindre cependant que l'éjaculation est plus avancée, si bien qu'à la fin le sperme s'écoule en bavant.

L'éjaculation peut présenter des caractères anormaux. Nous ne dirons rien de l'éjaculation douloureuse, comme celle qui se produit dans les cas de blennorrhagie, ni de l'éjaculation difficile (dyspermasie), comme celle qui se fait dans les cas de rétrécissement du canal urinaire.

Quelquefois elle est nulle, quoique l'érection soit normale, quoiqu'il n'y ait ni priapisme, ni perversion des facultés morales. M. Roubaud attribue cet état, dit aspermatisme, à un état spasmodique des canaux éjaculateurs ou de l'urèthre. Il invoque en faveur de son opinion certains cas dans lesquels les pollutions ont eu lieu pendant le sommeil, quoique l'éjaculation soit impossible pendant la veille. Mais cette explication n'a pas été confirmée par de nouvelles observations. M. Hicguet (de Liége) l'attribue, au contraire, à un affaiblissement de l'innervation, à un défaut de contractilité dans les muscles des différentes parties qui concourent à l'émission du sperme, et il se fonde sur ce qu'il a guéri plusieurs malades, soit par l'électrisation des parties contenues dans le petit bassin, soit par des préparations de noix vomique.

L'aspermatisme peut encore être la conséquence d'opérations de taille, de contusions du périnée, de cautérisations de l'urèthre, d'hypertrophie de la prostate. Nous l'avons observé chez un sujet qui avait été atteint d'une double orchite et d'une double funiculite; sans doute que la lésion s'étendait jusqu'aux vésicules séminales. Ce sujet n'éjaculait pas la moindre quantité de liquide, quoique l'érection et l'éréthisme vénérien eussent lieu.

Enfin, l'éjaculation peut se faire sous l'influence des excitations érotiques les plus légères, quelquefois spontanément, ou pendant la défécation, ou après la miction, plus fréquemment la nuit que le jour, comme on le constate quelquefois chez les individus atteints de spermatorrhée. Dans ces cas, l'écoulement involontaire du sperme reconnaît pour cause un défaut de contractilité des conduits éjaculateurs, soit que ceux-ci fussent réellement paralysés, soit qu'ils fussent le siége d'ulcérations, et, dans l'une et l'autre de ces conditions, ils sont incapables de retenir le sperme, pour peu que les vésicules séminales se contractent.

Index bibliographique (Excrétion spermatique). — Ch. Robin, *Leçons sur les humeurs normales et morbides du corps de l'homme*. Paris, 1867. — J. Hunter, *Œuvres complètes*, t. II, traduct. par G. Richelot. Paris, 1843. — F. Leydig, *Traité d'histologie de l'homme et des animaux*, trad. franç., année 1866. — Brachet et Fouilhoux, *Traité de physiologie*. Paris, 1855. — F. Roubaud, *Traité de l'impuissance et de la stérilité chez l'homme et chez la femme*. Paris, 1855. — Hicguet (de Liége), *De l'aspermatisme*, année 1862.

ÉRECTION.

Le sperme, chez la plupart des animaux, ne peut féconder l'ovule que s'il est transporté dans les voies génitales de la femelle par l'appareil génital externe du mâle, le pénis. Pour que ce transport s'effectuât, il fallait que celui-ci pût acquérir des dimensions et une rigidité qui lui permissent de vaincre la résistance opposée par les parois du canal génital féminin. C'est cet acte, qui consiste dans l'augmentation de volume et de consistance du pénis, qui porte le nom d'érection. Mais l'érection n'est pas spéciale au mâle, le clitoris, chez la femelle, jouit des mêmes aptitudes que le pénis. Cette raison suffit pour faire pressentir que l'érection doit avoir encore un autre usage à remplir. Et, en effet, la fonction de génération n'est pas, comme toutes les autres, une fonction qui se rattache intimement aux besoins de la vie végétative ou de la vie de relation ; elle n'a de raison d'être que pour un but placé, en quelque sorte, en dehors de l'homme et de l'animal, celui de perpétuer l'espèce. Ce but si élevé ne se fût certainement pas réalisé, s'il ne s'était point rattaché à l'accomplissement des actes générateurs, des sensations de plaisir assez puissantes pour rendre cette fonction en quelque sorte impérieuse. Or, ces sensations trouvent dans l'érection des conditions spéciales pour leur mise en jeu : peu développée à l'état normal, la sensibilité du pénis et du clitoris s'exalte à mesure que leur distension s'effectue, en même temps qu'elle change, pour ainsi dire, de caractère ; de simplement tactile qu'elle était, elle devient voluptueuse, et quand elle a atteint son maximum qui va croissant avec l'état de turgidité des appareils érectiles, elle entraîne avec elle l'*œstrus venereus*, l'éréthisme vénérien, auquel fait suite l'éjaculation.

Donner aux organes génitaux du mâle la rigidité nécessaire pour porter dans ceux de la femelle l'élément fécondant, assurer à ces organes, dans

les deux sexes, une sensibilité dont la mise en jeu éveille les sensations les plus voluptueuses et est un puissant attrait pour l'accomplissement d'une fonction de laquelle dépend la conservation de l'espèce, tel est donc le but de l'érection.

PÉNIS. — L'appareil de l'érection est représenté chez l'homme par le pénis. Celui-ci est constitué par deux parties principales, le corps caverneux et la portion spongieuse du canal de l'urèthre; quatre enveloppes le circonscrivent, ce sont de dehors en dedans : 1° la peau; 2° une couche de fibres musculaires lisses (Sappey); 3° une couche celluleuse; 4° une couche élastique. En avant, ces diverses couches se réfléchissent sur elles-mêmes pour constituer le prépuce.

CORPS CAVERNEUX. — Le corps caverneux naît de la branche ascendante de l'ischion et descendante du pubis par deux racines Celles-ci, un peu au-dessous de leur origine, présentent un renflement, puis se réunissent au devant de la symphyse pubienne. De cette union résulte un corps cylindrique et aplati, divisé en deux par une cloison médiane et verticale, laquelle est perforée de nombreuses ouvertures. La face inférieure de ce corps est creusée d'un sillon qui loge la portion spongieuse de l'urèthre ; l'extrémité antérieure convexe s'adapte à la surface concave du gland.

Le corps caverneux a pour paroi une enveloppe de nature fibreuse et élastique de laquelle partent de nombreuses cloisons qui s'entrecroisent en tous sens, circonscrivant ainsi des aréoles en communication les unes avec les autres ; ces cloisons sont constituées par des fibres-cellules musculaires, des fibres de tissu élastique et des fibres de tissu cellulaire.

PORTION SPONGIEUSE DU CANAL DE L'URÈTHRE. — Nous avons vu (page 208) qu'elle était constituée par le bulbe, le corps cylindroïde et le gland. La trame du corps cylindroïde et du gland est constituée par des fibres de tissu cellulaire, des fibres

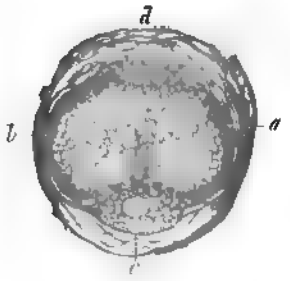


FIG. 22. — Coupe du pénis (*).

FIG. 23. — Artères hélicines (d'après Rouget).

élastiques, des fibres musculaires entre lesquelles rampent de nombreuses veines. La portion bulbaire seule est franchement aréolaire, comme le corps caverneux.

VAISSEAUX DU CORPS CAVERNEUX.— Les artères, au nombre de deux, proviennent de l'artère honteuse externe. Ces artères, dites caverneuses, marchent d'arrière en avant dans toute l'étendue du corps caverneux, et fournissent deux branches rétrogrades pour les racines. Elles se divisent en rameaux et ceux-ci donnent naissance à des ramuscules en nombre variable.

(*) *a*, paroi et cloison du corps caverneux ; *b*, cellules du corps caverneux ; *c*, canal de l'urèthre ; *d*, enveloppes du pénis.

Müller, le premier, découvrit que les dernières ramifications des artères avaient la forme de vrilles ; il signala de plus leur terminaison en culs-de-sac dans l'intérieur des aréoles. Valentin et Henle regardèrent la disposition héliciforme des artères comme un résultat artificiel, tenant au retrait des trabécules. M. Rouget a mis hors de doute la réalité de cette disposition. Selon cet auteur, ces artères contournées en vrilles et disposées en bouquets pénètrent dans les trabécules et s'ouvrent à la surface des aréoles par une fente.

Les artères de la portion spongieuse du canal de l'urèthre proviennent, celles du gland de la partie terminale des artères dorsales de la verge, celles du bulbe de l'artère bulbeuse, celles de la portion cylindroïde des artères bulbo-uréthrales et de branches qui s'échappent des artères dorsales de la verge. Les ramifications terminales de ces diverses artères s'anastomosent dans toute l'étendue du corps spongieux.

Capillaires. — Les aréoles du corps caverneux doivent être considérées comme les représentants des vaisseaux capillaires de ces parties. Les trabécules élastiques et musculaires tiennent lieu de la tunique externe et moyenne. La membrane lisse qui la tapisse a la même structure que la tunique propre des capillaires.

Veines. — Les veines du corps caverneux partent des aréoles et vont se rendre dans les veines dorsales de la verge. Celles-ci passent sous le pubis à travers l'arcade fibreuse qui donne insertion au muscle orbiculaire de l'urèthre. Là elles prennent un aspect plexiforme (*plexus pudendalis*). Ce plexus est l'origine des veines honteuses internes Il communique en avant avec les veines bulbaires, et en arrière avec un plexus important à connaître le plexus de Santorini. Celui-ci est placé au devant de la vessie et sur les côtés de la prostate ; il est entouré par de nombreux faisceaux de fibres musculaires appartenant aux faisceaux vésicaux antérieurs et au muscle orbiculaire de l'urèthre Enfin, le plexus de Santorini se continue en arrière avec le plexus vésical.

Dans la portion spongieuse, on distingue : 1° les veines bulbaires, qui naissent des aréoles du bulbe ; à leur sortie du bulbe, elles sont entourées de toutes parts par les fibres du muscle bulbo-caverneux. Parmi ces veines, les unes traversent le muscle orbiculaire de l'urèthre et la couche musculaire de la portion membraneuse et prostatique, affectant une disposition plexiforme, puis elles parviennent jusqu'au col de la vessie, où elles s'unissent aux veines vésicales ; les autres vont, suivant l'observation de Kobelt, se réunir aux veines scrotales, sur les côtés des racines du corps caverneux, dans un réseau très-riche qui communique largement avec les veines honteuses externes et l'obturatrice.

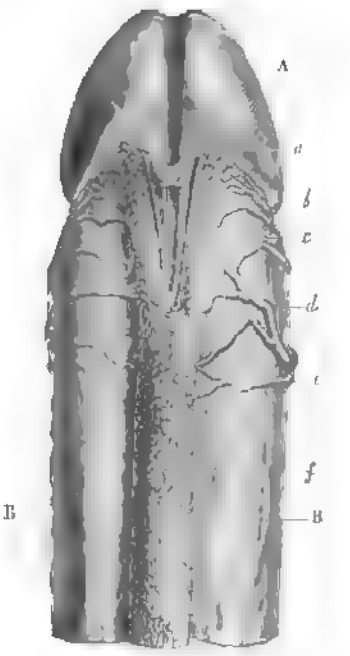


Fig. 24. — Tissu érectile de la portion cylindroïde du canal de l'urèthre chez un hypospade, d'après Kobelt (*).

Un groupe de veines bulbaires s'échappe de la face supérieure du bulbe, passe derrière la symphyse, et va se rendre dans le plexus de Santorini, quelques-unes s'arrêtant dans le plexus pudendalis.

(*) A, gland ; B, B, corps caverneux ; *a*, *c*, gouttière antérieure faisant suite au canal de l'urèthre ; *f*, réseau admirable de la portion cylindroïde qui antérieurement se continue avec le réseau admirable du gland ; *d*, *e*, veines qui font communiquer ce réseau avec la veine dorsale de la verge.

Dans la portion cylindroïde et glandaire, les veines représentent des réseaux admirables qui, d'une part, communiquent avec les aréoles du bulbe, d'autre part, avec les veines dorsales de la verge, par des branches qui rampent sur les côtés du corps caverneux, et par un plexus veineux intermédiaire au gland et à l'extrémité antérieure des corps caverneux, plexus qui donne origine à la veine dorsale de la verge.

Nerfs. — Les nerfs du corps caverneux et du gland proviennent du plexus hypogastrique et des nerfs dorsaux de la verge, terminaisons des nerfs honteux internes. Les premiers sont plus spécialement destinés à l'appareil vasculaire des corps caverneux et du gland, les seconds sont surtout destinés à la muqueuse du gland ; un grand nombre de ceux-ci s'anastomosent entre eux, formant des plexus et des arcades, qu'a décrits Kobelt, jusqu'à ce qu'enfin les filaments, de plus en plus ténus à mesure qu'on approche de la superficie, échappent à l'observation. Ces filets se terminent dans les nombreuses papilles dont est hérissée toute la surface glandaire. Les nerfs du bulbe proviennent de la branche périnéale inférieure, née du nerf honteux interne.

Muscles annexes du pénis. — Ces muscles sont au nombre de deux :

1° *Muscle bulbo-caverneux.* — Ce muscle s'insère : 1° à la réunion de la portion spongieuse et de la portion membraneuse de l'urèthre sur la face supérieure du ren-

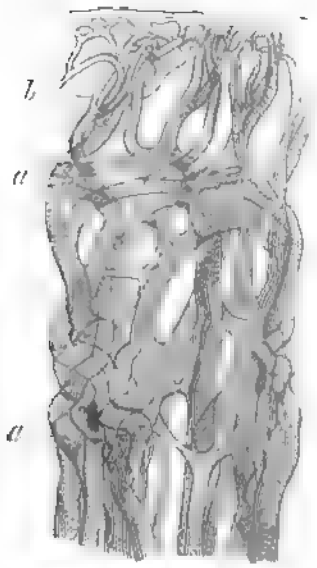


Fig. 25. — Nerfs du gland (*).

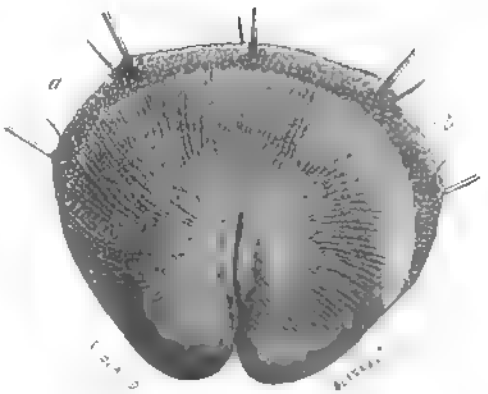


Fig. 26. — Papilles du gland (**).

flement bulbaire ; 2° à la gouttière du corps caverneux ; 3° aux parties latérales de ce corps. Selon Kobelt, les fibres de cette troisième portion se réuniraient à une aponévrose commune qui viendrait recouvrir la veine dorsale superficielle de la verge. Les fibres charnues, faisant suite aux fibres tendineuses d'insertion, se dirigent en bas et en arrière, contournent le bulbe, et, arrivées sur la ligne médiane, se

(*) *a*, *a*, lacis nerveux dans le parenchyme du gland ; *b*, anses nerveuses de la peau du gland.

(**) Cette figure représente le gland étalé, surmonté de ses papilles. — *a*, papilles de la face externe du gland disposées en séries régulières; ces séries se dirigent toutes vers le méat; *b*, papilles de la couronne pressées les unes contre les autres.

terminent dans un raphé fibreux. Dans sa partie postérieure, le bulbe est par conséquent entouré de toutes parts par des fibres musculaires, tandis que dans sa partie antérieure celles-ci ne recouvrent que la face inférieure et les faces latérales (fig. 27 et 28).

2° *Muscle ischio-caverneux.* — Muscle double, creux, en forme de cornet qui renferme dans sa cavité toute la surface libre des racines du corps caverneux. Ce muscle s'insère, en bas à l'ischion, aux bords internes et externes des branches ascendantes du pubis, en haut à la partie supérieure des racines et au niveau de leur union, par l'intermédiaire d'une lame aponévrotique (fig. 27).

MÉCANISME DE L'ÉRECTION. — Les anciens attribuaient l'érection à la pénétration des esprits animaux dans le pénis, et il fallut arriver à de Graaf

FIG. 27. — Muscles bulbo-caverneux et ischio-caverneux (*).

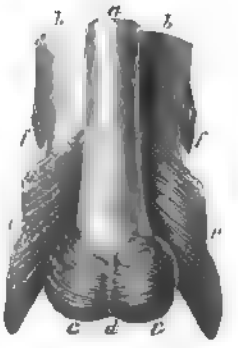


FIG. 28. — Muscle bulbo-caverneux (**).

pour savoir que la turgescence de cet organe était due à l'augmentation de sang dans son intérieur. Cet auteur avait lié la verge d'animaux au moment du coït, et avait trouvé que ce corps ne contenait que du sang ; celui-ci expulsé, le pénis redevenait flasque. Après cette expérience, de Graaf pressentit que la turgescence des corps caverneux pouvait tenir à un défaut d'équilibre entre la sortie et l'arrivée du sang, et crut reconnaître que les muscles ischio-caverneux, qui, avant lui, étaient considérés comme

(*) *a*, *a*, portion postérieure du bulbe, celle qui entoure le bulbe de toutes parts ; *b*, *b*, portion antérieure, celle qui se perd sur les parties latérales des corps caverneux ; les fibres comprises entre les deux portions précédentes forment la partie moyenne, c'est-à-dire celle qui s'insère à la gouttière des corps caverneux ; *c*, raphé fibreux médian du muscle bulbo-caverneux ; *d*, insertions ischiatiques de l'ischio-caverneux ; *f*, corps spongieux ; *g*, *g*, corps caverneux.

(**) Cette figure est destinée à bien faire voir les insertions du muscle bulbo-caverneux. — *d*, raphé fibreux médian ; *c*, *c*, portion moyenne ; *f*, *f*, portion antérieure ; *a*, corps spongieux ; *b*, *b*, corps caverneux.

des muscles redresseurs de la verge, constituaient l'obstacle placé sur le trajet du sang. Ces muscles, en comprimant les racines des corps caverneux, gênaient d'abord le retour du sang par les veines, et ensuite forçaient celui qui arrive par les artères à refluer dans les parties antérieures du corps caverneux et dans le gland.

La voie ouverte par de Graaf fut suivie par un grand nombre de physiologistes; seulement ceux-ci s'accordèrent peu sur l'obstacle qui s'oppose à l'écoulement du sang.

Pour M. Mercier, cet obstacle résiderait dans la compression exercée sur les veines du plexus de Santorini par les faisceaux musculaires qui les entourent, faisceaux qu'il regarde comme une dépendance du muscle releveur de l'anus, mais qui appartiennent en réalité au muscle orbiculaire de l'urèthre et aux faisceaux vésicaux qui vont s'insérer à la face postérieure du pubis.

Selon P. Bérard, le sang serait retenu dans les aréoles du corps caverneux par la contraction des fibres musculaires contenues dans les trabécules, cette contraction ayant pour résultat la fermeture des orifices qui font communiquer ces aréoles avec l'origine des veines.

Pour Kobelt, la veine dorsale de la verge serait comprimée par une expansion aponévrotique disposée en forme de sangle au-dessus d'elle et se continuant avec le muscle bulbo-caverneux. De plus, le muscle bulbo-caverneux, en se contractant par action réflexe sous l'influence du frottement du pénis contre les parois du vagin, lors du coït, repousserait le sang du bulbe dans la portion spongieuse et dans la portion glandaire de l'urèthre, et concourrait à la dilatation de ces parties. Enfin, pour Kobelt, l'ischio-caverneux, en comprimant de toutes parts le renflement ou bulbe des piliers de la verge, expulserait le sang contenu dans l'intérieur de ceux-ci vers les corps caverneux, et contribuerait pour une certaine part à sa turgescence.

Selon M. Rouget, l'obstacle à la sortie du sang serait dans la contraction des fibres musculaires contenues dans les trabécules, mais surtout dans la contraction des fibres musculaires qui entourent le plexus de Santorini et les plexus veineux sous-muqueux de la portion membraneuse et prostatique.

Enfin, M. Sappey pense que l'érection est due à la compression exercée sur les veines qui rampent à la surface des corps caverneux par la tunique élastique qui les recouvre, et par le muscle péripénien sous-jacent à la peau.

Cette opinion, qui place l'érection sous la dépendance d'un obstacle siégeant sur le trajet du sang veineux, n'a pas cependant satisfait tous les physiologistes; quelques-uns, en effet, regardent l'érection comme la conséquence d'un état paralytique des conduits vasculaires du pénis. Ainsi, Kölliker soutient que l'érection résulte du relâchement des fibres musculaires contenues dans les trabécules du tissu caverneux et de la tunique moyenne des artères que ces trabécules contiennent; cet état

permettrait au tissu caverneux de se remplir de sang, comme le ferait une éponge qu'on cesserait de comprimer.

L'opinion de M. Charles Robin est très-voisine de celle-ci. La rigidité, pour cet auteur, est une distension, par un liquide incompressible, de cavités à parois inextensibles au delà de certaines limites. Cette distension serait la conséquence du relâchement des artères, lequel permet, dans les corps caverneux, l'abord d'une plus grande quantité de sang. Ce relâchement aurait pour cause une cessation d'action du grand sympathique ou du centre lombo-génital.

Enfin, signalons une dernière opinion, essentiellement différente des deux premières et qui appartient à M. Legros. L'érection serait due à la contraction progressive, vermiculaire, des artérioles, contraction autonome qui s'ajoute à l'impulsion cardiaque. Les artères du pénis représenteraient en quelque sorte un cœur accessoire, qui serait subordonné à l'influence du grand sympathique, et provoquerait la dilatation de cavités anfractueuses offrant de sérieux obstacles à la circulation. M. Legros admet aussi, comme Kobelt, la turgescence du gland par l'action du bulbo-caverneux.

Mettant de côté la dernière théorie, qui ne nous paraît guère admissible, nous pensons que les deux autres n'ont que le tort d'être trop exclusives, et qu'elles se rapportent chacune à un temps distinct de l'érection. Cet acte se compose, en effet, de deux temps, l'un qui correspond à l'instant où la verge est simplement turgide sans être rigide, l'autre à l'instant où la verge est à la fois turgide et rigide. Le premier temps nous paraît dépendre d'un état paralytique des artères et des aréoles du pénis; le second, de la contraction des muscles placés sur le trajet des voies en retour du sang veineux. Sans doute la première explication est hypothétique, mais il est permis de penser que les artérioles du pénis, ainsi que les aréoles caverneuses, qui ne sont bien évidemment que des capillaires modifiés dans leur forme pour le rôle qu'ils ont à remplir, doivent se dilater sous l'influence d'une excitation cérébrale de nature érotique, de la même manière que se dilatent les vaisseaux capillaires de la peau de la face, de la plupart des glandes, sous l'influence d'une excitation morale.

Quant à la seconde explication, elle ne nous paraît pas devoir être mise en doute, car elle seule peut rendre compte de la consistance que prend la verge lors de l'érection complète. Si grand que soit l'afflux du sang dans les aréoles du tissu caverneux, on ne comprendrait pas que celui-ci pût arriver à cet état, si les nombreuses et larges voies circulatoires de décharge que ces aréoles possèdent ne se trouvaient pas interceptées sur la plus grande partie de leur trajet; or, cette interception ne peut se faire que par la contraction des faisceaux musculaires qui enlacent la plupart des veines échappées du pénis.

Dans l'étude du mécanisme de l'érection, une des influences dont on doit tenir grand compte, c'est la sensibilité qu'acquiert le gland au fur et à mesure qu'il se développe; lorsque le sang le distend en affluant dans

son intérieur, sa sensibilité non-seulement augmente, mais acquiert des caractères spécifiques; indifférente en quelque sorte à l'organisme en dehors de l'érection, cette sensibilité, lors de cet acte, s'accompagne de plaisir au moindre contact, au moindre attouchement, et devient dans le coït une source de sensations voluptueuses qui vont croissant jusqu'à l'instant où s'opère l'éjaculation spermatique. Conséquence de la distension du gland, cette sensibilité, une fois éveillée et mise en jeu, devient elle-même une nouvelle cause de distension; lors du coït, elle provoque par action réflexe la contraction du muscle bulbo-caverneux et favorise ainsi l'expulsion du sang contenu dans le bulbe vers la portion cylindroïde et la portion glandaire; si bien qu'au moment de l'éréthisme, le gland, par le fait de ces contractions saccadées et intermittentes survenant à chaque frottement, a acquis dans la généralité des cas tout le volume qu'il pouvait acquérir. C'est ainsi que le gonflement et la sensibilité du gland sont l'un par rapport à l'autre causes et effets en même temps.

Cette sensibilité du gland ne retentit pas seulement, pour Kobelt, qui mieux que tout autre a développé cette question, sur le muscle bulbo-caverneux, mais encore sur les muscles ischio-caverneux qui, comprimant les portions renflées des racines du corps caverneux, repoussent le sang dans ceux-ci et contribuent à augmenter leur turgescence. Sur des chiens qui se livraient au coït, Kobelt s'est assuré directement de la contraction simultanée du bulbo-caverneux et des ischio-caverneux, survenant à chaque impulsion du mâle. Il s'est assuré, de plus, sur des chiens qu'il tuait pendant cet acte, que le moindre attouchement du gland faisait contracter le muscle bulbo-caverneux, tandis que l'attouchement de la verge ou du périnée restait sans effet, preuve bien évidente de l'influence prépondérante que possèdent les nerfs du gland sur la contraction de ce muscle.

Enfin cette sensibilité du gland a une sphère d'action réflexe motrice bien plus grande encore, car elle s'étend sur les muscles de l'appareil génital tout entier : 1° sur tous les muscles qui tendent à diminuer le calibre des veines échappées des corps caverneux et interviennent si efficacement dans l'érection ; 2° sur le muscle crémaster, le muscle propre du testicule, qui, lors du coït, s'appliquent exactement sur cet organe et sur le cordon, favorisant ainsi à la fois la sécrétion et l'excrétion du sperme testiculaire (voy. p. 202); 3° sur les faisceaux musculaires qui entourent les vésicules séminales et sur ceux qui sont contenus dans l'épaisseur de leurs parois, sur les faisceaux musculaires de la prostate, sur ceux qui environnent les glandes bulbo-uréthrales : tous ces faisceaux, en se contractant au dernier degré de l'orgasme vénérien, tendent à l'évacuation des humeurs contenues dans les réservoirs ou dans les glandes qu'ils entourent; 4° enfin, sur les faisceaux musculaires du col de la vessie, qui, contractés spasmodiquement, mettent obstacle à l'évacuation de l'urine lors de l'érection; peut-être aussi la dilatation des veines sous-muqueuses situées entre les ouvertures des conduits éjaculateurs et le col est-elle un obstacle à ajouter au précédent.

Tout en accordant à la mise en jeu de la sensibilité du gland un rôle des plus importants pour susciter la sensation voluptueuse et la réaction motrice sur l'appareil génital entier, il ne faudrait pas croire cependant que ces actes lui fussent exclusivement subordonnés. Ils sont, avant tout, subordonnés à la puissance de l'imagination. Si, en effet, l'imagination n'intervient pas, la sensibilité du gland demeure simple sensibilité de contact, malgré l'excitation dont celui-ci peut être le siége, et l'érection ne se produit pas; à elle seule, ou aiguillonnée par le sens de la vue, du toucher, de l'odorat, quelquefois de l'audition et même du goût, l'imagination amène l'érection et même l'éréthisme vénérien; enfin, chez certains sujets arrivés à une lubricité dégradante, l'imagination surexcitée ou pervertie trouve des stimulations érotiques même dans la douleur, ou du moins dans des excitations qui provoqueraient la douleur chez des individus placés dans des conditions normales, excitations faites en dehors de la sphère pénienne et par des moyens de tout genre. On ne peut donc considérer la mise en jeu de la sensibilité du gland comme étant indispensable aux sensations génésiques. L'une des facultés cérébrales, l'imagination, à l'exclusion des autres, la mémoire, le raisonnement, la volonté, l'attention, domine tous les actes qui concourent, chez l'homme, à l'accomplissement de la fonction de reproduction. Du cerveau cette faculté retentit sur l'élément moteur de l'appareil de la génération par l'intermédiaire des filaments nerveux qui les relient l'un à l'autre, et ses effets peuvent se manifester en dehors de toute excitation périphérique par la mystérieuse action de la spontanéité cérébrale, ou avec l'aide d'influences extérieures multiples, dont une des plus importantes cependant réside dans les excitations faites à la surface de l'organe copulateur. C'est en cela que le sens génital diffère de tous les autres sens, qui réclament toujours pour leur exercice un ébranlement des filaments nerveux à la surface du corps, et qui, dans les notions qu'elles fournissent à l'encéphale ne font jamais que s'entr'aider sans se suppléer. Il n'est donc pas étonnant que quelques auteurs, séduits par ces vues, aient créé un sixième sens. Mais ce qui caractérise un sens, c'est surtout la spécialité des nerfs et des centres qui le desservent; or, quoi qu'on en ait dit, le cervelet, comme nous le verrons plus tard, n'est pas un centre génital; les filaments qui partent du gland ne sont pas non plus des filaments à origines spéciales, puisque des contacts sur les diverses parties du corps peuvent amener des sensations voluptueuses érotiques. Le sens génital, en tant que sensation provoquée, n'est qu'une sensation de contact, qui tire ses caractères spécifiques de la manière dont se font dans le cerveau les élaborations des impressions périphériques, sous l'influence de l'imagination.

SATYRIASIS, PRIAPISME. — L'érection est essentiellement un acte intermittent, se répétant plus ou moins fréquemment, et affectant une durée plus ou moins longue chez les divers individus. Mais la fréquence des érections et leur prolongation sont souvent des symptômes d'états mor-

bides que le médecin doit connaître, et qui constituent ce que l'on appelle le satyriasis et le priapisme.

« Si, dit Trousseau, chez les oiseaux, chez quelques mammifères, le bélier, le taureau, le cerf, la rapidité du coït et la faculté de répéter l'acte vénérien à de courts intervalles de temps sont un fait normal, chez l'homme il n'en est pas ainsi; s'il est accompli trop rapidement, c'est un signe de mauvais augure. Il ne peut, dans l'état normal, être répété coup sur coup; et quand un malade se vante de pouvoir se livrer à cet acte jusqu'à huit ou neuf fois dans les vingt-quatre heures, cette fausse apparence de virilité exagérée est un état morbide qui se lie à une excitation médullaire, cause des pertes séminales involontaires ou de l'incontinence d'urine. »

Cette manière de voir ne nous paraît pas complétement exacte, car il est certainement des individus très-aptes à répéter le coït aussi fréquemment que le dit Trousseau, et sans que, pour cela, il existe chez eux aucune disposition morbide des centres. Déterminer le point où le tempérament érotique libidineux cesse d'être une disposition physiologique pour devenir pathologique, n'est pas toujours chose facile. Toutefois on arrivera à reconnaître le satyriasis en s'assurant que la lubricité se montre accidentellement, qu'elle entraîne le sujet à des actes vénériens fréquemment renouvelés qui le font notablement déroger à ses habitudes, qu'elle est accompagnée de délire érotique, d'hallucinations, de pertes séminales, d'incontinence d'urine.

La durée des érections, dans certaines conditions morbides, peut être quelquefois fort longue. Müller cite des exemples d'érection de trois mois; Godard a vu un individu chez lequel l'érection dura dix-sept jours. Ces érections prolongées, qui constituent ce que l'on appelle le priapisme, reconnaissent pour causes, soit un trouble de la moelle épinière, soit une apoplexie des corps caverneux, une inflammation du col vésical, une cystite, la présence de calculs dans le réservoir urinaire, l'application de larges vésicatoires, l'introduction d'une sonde, etc. Dans la plupart de ces cas, l'érection est le plus souvent douloureuse, non accompagnée d'idées érotiques, de désirs vénériens et rarement suivie d'éjaculations.

Ces deux états, le satyriasis et le priapisme, ne doivent pas être confondus avec l'érotomanie, qui est une névrose dont le siége est dans le cerveau, et qui consiste dans une perversion de l'imagination. L'érotomane est en proie à un amour violent, romanesque, mais chaste. Il se crée un idéal avec lequel il communique sans cesse, passe avec lui par toutes les émotions de l'amour platonique, etc., etc.; mais ses organes génitaux demeurent dans le calme le plus parfait.

DES DIVERSES CAUSES QUI INFLUENCENT L'ÉRECTION. — Une des conditions principales de l'érection réside dans la présence des testicules. L'absence de ces organes, en effet, a pour résultat d'abolir les facultés viriles. Il est, toutefois, une distinction à établir entre les sujets qui sont privés congénitalement de testicules, et ceux qui ont subi l'opération de la castration.

Chez les premiers, l'érection est à jamais impossible ; chez les seconds, la perte de l'érection n'est pas immédiate, elle se produit insensiblement, à moins, peut-être, que la castration n'ait été faite dans le bas âge. Il est, en effet, dans la science, un certain nombre d'observations qui démontrent que l'érection s'est encore produite chez des individus, un certain temps après la castration faite pour des affections testiculaires. Un des exemples les plus authentiques est le suivant. A. Cooper a connu pendant vingt-neuf ans un homme qu'il avait castré. Les premiers douze mois après l'opération, cet homme avait, disait-il, en satisfaisant le besoin sexuel, des éjaculations, ou du moins en éprouvait la sensation. Plus tard il eut des érections rares, mais ne sentit plus d'éjaculations. Après deux ans, les érections devinrent encore plus rares et incomplètes, et cessaient dès qu'il voulait accomplir le coït. Dix ans après l'opération, il disait à A. Cooper qu'il avait accompli le coït une fois pendant l'année précédente, et, vingt-huit ans après sa castration, il lui racontait qu'il n'avait eu que des érections fort rares et incomplètes, qu'il avait tenté le coït sans succès, et qu'il n'avait eu que rarement des songes érotiques, mais sans éjaculation.

Ce fait et bien d'autres, qu'il est inutile de rapporter, démontrent que la cessation des érections, après une double castration, n'est pas immédiate et se produit insensiblement. Il pourrait bien arriver que, dans ces cas, la persistance de l'érection, qui est variable chez les sujets, tienne à l'état des vésicules séminales dont l'activité sécrétante peut persister pendant un temps plus ou moins long. Il est incontestable, en effet, que, chez les sujets dont les organes génitaux sont intacts, la réplétion des vésicules séminales a une influence très-grande sur l'érection ; on conçoit donc qu'à la suite de la castration des deux testicules, celles-ci continuent encore pendant un certain temps, plus ou moins long, à fournir une quantité de liquide suffisante pour entretenir l'instinct génital jusqu'à ce qu'elles s'atrophient et deviennent inactives.

Remarquons, de plus, que ce n'est pas à la présence des spermatozoïdes qu'est due la conservation des facultés viriles; car, d'une part, elles persistent chez les cryptorchides et en général chez tous les sujets atteints d'aspermatozie, quand toutefois la cause de l'aspermatozie n'est point dans une désorganisation des testicules; d'autre part, elles sont quelquefois abolies chez certains individus qui produisent une grande quantité de spermatozoïdes.

Nous avons vu déjà que l'imagination était une cause puissante d'érection, et qu'à elle seule, indépendamment de toute excitation périphérique, elle pouvait la provoquer et même amener l'éjaculation, comme dans les cas de pollutions nocturnes ; mais, en général, l'imagination est excitée par la vue de peintures lascives, de lectures érotiques, le toucher de la peau et des organes sexuels de la femme, les attouchements du pénis et surtout du gland, etc. Toutefois, pour que l'imagination intervienne efficacement pour produire l'érection, il faut qu'elle ne soit point détour-

née du but auquel elle s'applique par l'intervention des autres facultés cérébrales. C'est pour cette raison qu'il n'est pas un homme qui puisse être certain de cohabiter avec une femme, s'il est sous l'influence de préoccupations sérieuses, s'il est sous l'influence du dégoût, de la crainte, du respect, si surtout il se méfie de son pouvoir viril. Dans tous ces cas, le raisonnement subjugue l'imagination et fait perdre à celle-ci toute sa puissance pour l'accomplissement de l'acte conjugal. Souvent le médecin est consulté pour des échecs réitérés de ce genre et rapportés par le sujet à quelque trouble dans le système nerveux ou les organes génitaux. Le médecin devra observer la sagacité que Hunter démontra dans le cas suivant : « Un homme du monde, soit par doute, soit par crainte, soit par la honte de ses insuccès, ne pouvait parvenir à cohabiter avec la femme qu'il avait choisie. Hunter lui dit qu'il pourrait être guéri s'il se sentait assez maître de lui pour réprimer ses désirs. Il lui conseilla en conséquence de coucher avec cette femme, mais en promettant préalablement de n'avoir aucun rapport avec elle pendant six nuits, quels que pussent être d'ailleurs ses désirs et ses facultés. Le malade s'y engagea, et au lieu de se mettre au lit avec la crainte d'être impuissant, il s'y mit bientôt avec la préoccupation des désirs effrénés qu'il allait éprouver. Aussi regrettait-il de s'être engagé pour un temps si long. Quand une fois le charme eut été rompu, l'imagination et les facultés viriles se trouvèrent en harmonie, et jamais les craintes passées ne reparurent. »

Certaines substances excitent l'érection, d'autres, au contraire, semblent la diminuer; aux premières on a donné le nom d'aphrodisiaques (Αφροδιτη, Vénus, déesse de la volupté); aux secondes on a donné le nom d'anaphrodisiaques ou antiaphrodisiaques.

Les substances aphrodisiaques sont, en général, des substances irritantes dont les effets peuvent être pernicieux. Les cantharides, le phosphore, sont les aphrodisiaques les plus puissants et aussi les plus dangereux. Les aromates, les gommes odorantes, les baumes, les résines, les huiles essentielles, le musc, le safran, etc., sont réputés aphrodisiaques, mais leur efficacité est fort contestable. Nous en dirons autant des truffes.

Parmi les substances anaphrodisiaques, nous citerons le nénuphar, le hachisch, le lupulin, la menthe, le camphre, la digitale, la laitue, le nitrate de potasse, le bromure de potassium. Leur efficacité est aussi fort douteuse; pour notre compte, nous n'avons jamais retiré d'avantages ni des uns ni des autres, soit pour faire cesser des érections douloureuses, soit pour empêcher des érections qui gênaient la réunion de plaies faites sur les organes génitaux externes.

On a signalé l'abus du tabac comme cause d'impuissance ; mais cette impuissance doit être plutôt mise sur le compte des troubles digestifs et nerveux que le tabac peut produire quand il est fumé en excès.

Des altérations dynamiques ou matérielles de l'estomac peuvent produire l'impuissance, qui est ici la conséquence d'une diminution de nutrition et d'un affaiblissement général. Elle existe fréquemment dans les

variétés de dyspepsie qui s'accompagnent de dépôts de phosphates et d'oxalates de chaux dans l'urine. Elle est à un plus haut degré dans la seconde variété que dans la première. Golding Bird l'attribue à un épuisement qu'entraîne la sécrétion excessive d'urée si habituelle dans la dyspepsie avec dépôts d'oxalates dans l'urine. Cependant il faut tenir compte de cette circonstance, que cette affection s'accompagne fréquemment de spermatorrhée, qui, indépendamment de tout autre trouble dans l'organisme, amène presque toujours la perte des érections.

Les facultés viriles faiblissent dans les cas d'affections chroniques des viscères, mais surtout dans les affections des reins (Curling).

Toutes les maladies des centres nerveux, quelles qu'elles soient, ont un retentissement sur la fonction génitale, soit en abolissant ou en pervertissant l'imagination, et par suite les désirs vénériens, soit en altérant la structure des éléments nerveux destinés à l'appareil moteur de l'érection; et, dans ce dernier cas, deux faits peuvent se présenter : tantôt la lésion empêche l'érection, tantôt elle la provoque; si elle l'empêche, il y a paralysie simple des fibres intéressées; si elle la provoque, il y a excitation par la lésion elle-même.

L'abus des fonctions génitales est une cause fréquente d'impuissance; aussi voit-on souvent de jeunes mariés perdre tout à coup leur ardeur et se trouver dans la nécessité, pour la reprendre, de laisser leurs organes génitaux en repos pendant un certain temps. Quelquefois l'abus prématuré des jouissances sexuelles entraîne la perte des fonctions viriles de bonne heure. Volney raconte, dans son *Voyage de l'Asie Mineure*, que les hommes éminents de ce pays, assez riches pour posséder un harem, se plaignent souvent d'être réduits à l'impuissance à l'âge de trente ans.

DE L'ÉRECTION CHEZ LA FEMME.

L'appareil de l'érection chez la femme est représenté par le clitoris et le bulbe du vagin, comparables, presque en tout point, au pénis et au bulbe de l'homme.

Le clitoris se compose de deux parties, le corps caverneux et le gland. Le corps caverneux naît par deux racines qui s'insèrent aux bords de l'arcade pubienne ; ces racines sont recouvertes par les deux muscles ischio-caverneux. La structure est la même que chez l'homme.

Le gland est couvert de nombreuses papilles; d'après Krause, les nerfs se termineraient par des corpuscules particuliers, corpuscules génitaux terminaux.

Le bulbe correspond à l'entrée du vagin, il est représenté par deux corps piriformes renflés à la partie postérieure. Ces deux corps s'unissent antérieurement et aboutissent à la face inférieure du corps caverneux et du gland.

Les deux parties du bulbe sont en rapport par leur face externe avec le bulbo-caverneux, double chez la femme. Ces deux muscles se réunissent, en avant sur la ligne médiane, à une petite lame aponévrotique placée entre l'origine des corps caverneux et l'urèthre; quelques fibres se continuent avec une lame fibreuse qui vient se confondre avec la tunique fibreuse élastique du clitoris. Son extrémité postérieure est en rapport des deux côtés avec les glandes de Bartholin, glandes en grappe, dont le canal excréteur vient s'ouvrir immédiatement au devant de l'entrée du vagin.

Les artères du corps caverneux proviennent de l'artère honteuse interne, qui se divise, comme chez l'homme, en artère caverneuse et en artère dorsale ; cette dernière est plus spécialement destinée au gland.

Les artères du bulbe sont fournies par des branches de la honteuse interne et

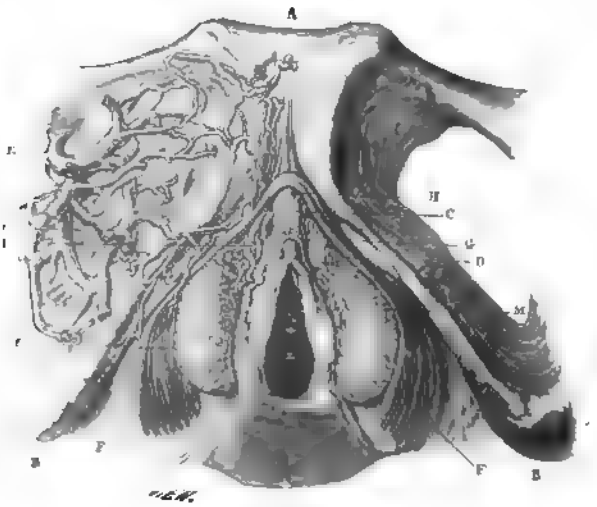
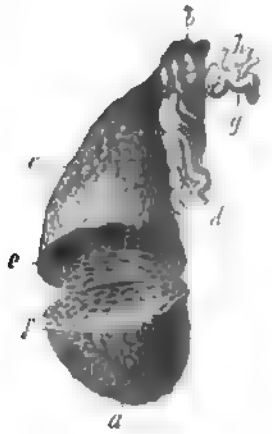


Fig. 29. — Appareil de l'érection chez la femme (*).

représentent les artères bulbaires de l'homme. Les veines sont, pour le corps caverneux, la veine dorsale de la verge; pour le bulbe, les veines bulbaires. La veine



(*) *a*, pubis; *b*, ischion; *c*, clitoris; *d*, gland du clitoris; *e*, bulbe; *f*, muscle constricteur de la vulve ou muscle compresseur du bulbe; *g*, pilier gauche du clitoris; *h*, veine dorsale du clitoris, *i*, réseau intermédiaire; *j*, veine de communication avec la veine obturatrice, *k*, veine obturatrice; *m*, petites lèvres

(**) *a*, extrémité inférieure arrondie du bulbe; *b*, extrémité supérieure amincie; *c*, bord postérieur convexe; *d*, bord antérieur concave; *e*, parenchyme spongieux; *f*, membrane propre fibreuse, *g*, réseau intermédiaire; *h*, veine de communication avec le gland.

Fig. 30. — Bulbe du vestibule (**).

dorsale va se rendre dans le plexus vésical, affectant derrière le pubis une disposition plexiforme.

Le bulbe est formé par un lacis de vaisseaux veineux anastomosés entre eux et contournés sur eux-mêmes; à la coupe, il paraît aréolaire. Ce lacis est uni au gland et au corps caverneux par des veines plexiformes (réseau intermédiaire); il donne,

d'autre part, origine à des veines qui vont se rendre dans le plexus vésical, et quelques-unes gagnent la veine obturatrice utérine. Les veines issues du bulbe sont entourées, ainsi que la veine dorsale de la verge, dans tout leur trajet, par des fibres-cellules musculaires.

D'après cette description anatomique qui nous montre une si grande analogie dans l'appareil érectile de la femme et celui de l'homme, il est facile de prévoir que le mécanisme de cet acte doit être le même dans les deux sexes. Et, en effet, sous l'influence d'excitations vénériennes, le sang afflue dans tout l'appareil et distend les corps caverneux, le gland et le bulbe. A cet afflux de sang succède la contraction des fibres musculaires des trabécules du corps caverneux et des fibres musculaires entourant les veines qui ramènent dans le bassin le sang veineux de l'appareil érectile ; de là la rétention du sang dans cet appareil, de là la turgescence du clitoris. Enfin, pendant le coït, les contractions réflexes du bulbo-caverneux, agissant sur le bulbe, expriment, pour ainsi dire, à chaque contact du pénis, le sang que le bulbe renferme dans ses mailles, et concourent ainsi à donner au gland son maximum de turgescence et de dureté, et une sensibilité de plus en plus développée qui aboutit à l'éréthisme.

La sensibilité du gland est encore ici un des phénomènes les plus importants dans les actes qui amènent l'érection, mais cette sensibilité est ici aussi dominée par l'état de l'imagination : ainsi, il est prouvé que dans la nymphomanie, affection dans laquelle l'érection et la sensibilité des organes génitaux sont portées au plus haut point, il ne suffit pas de couper les nerfs du gland ou d'enlever le clitoris pour faire disparaître cet état d'excitation à laquelle la femme nymphomane ne peut se soustraire. Dans un certain nombre de cas où ces opérations ont été pratiquées, l'exaltation érotique a persisté.

Pendant l'acte du coït, mais surtout lors de l'éréthisme vénérien, la femme laisse échapper de ses voies génitales un liquide. Mais ce liquide ne représente nullement le sperme de l'homme, il ne représente que le liquide des glandes bulbo-uréthrales. Ce liquide est visqueux et paraît être destiné à lubrifier les parois vulvaires et vaginales. Son expulsion est favorisée, d'une part, par la pression exercée sur les glandes par le pénis, d'autre part, par les contractions spasmodiques des muscles bulbo-caverneux s'effectuant surtout au moment de l'orgasme.

L'érection chez la femme a, comme on peut le comprendre, une importance infiniment moindre que chez l'homme ; elle semble ne servir qu'aux satisfactions vénériennes, et ne contribue, en quoi que ce soit, ni par elle-même, ni par la sensibilité qu'elle met en jeu, à favoriser l'acte le plus important de la génération, l'union du sperme et de l'ovule. C'est la raison pour laquelle nous avons cru pouvoir, sans grand inconvénient, placer l'étude de cet acte immédiatement après son analogue chez l'homme, au lieu de la placer dans les chapitres réservés à la fonction ovulaire ou à la fécondation.

Index bibliographique (Érection). — Regnier de Graaf, *Opera omnia*, année 1678. — Mercier, *Lettre de Mercier à Debrou sur le mécanisme de l'érection* (*Gaz. méd.*, année 1850). — Ch. Rouget, *Recherches sur les organes érectiles de la femme* (*Journal de la physiologie de l'homme et des animaux*, par le docteur Brown-Séquard, année 1858). — Kobelt, *De l'appareil du sens génital*. Strasbourg, année 1851. — Sappey, *Anatomie descriptive*, t. IV. — Kölliker, *Eléments d'histologie humaine*, traduit par M. Sée et Béclard, année 1855. — Legros, *Des tissus érectiles et de leur physiologie*, thèse de Paris, année 1866. — Trousseau, *Dictionnaire de médecine et de chirurgie pratiques*, article Ataxie locomotrice. — A. Cooper, *Maladies des testicules*. Weimar, 1852. — J. Hunter, *Treatise on the venereal Disease*, in-4. — Golding Bird, *On Unary deposits*, 3e édition.

FONCTION OVULAIRE.

La fonction ovulaire comprend une série d'actes relatifs à la formation de l'ovule, élément générateur femelle, et à son transport dans le lieu où

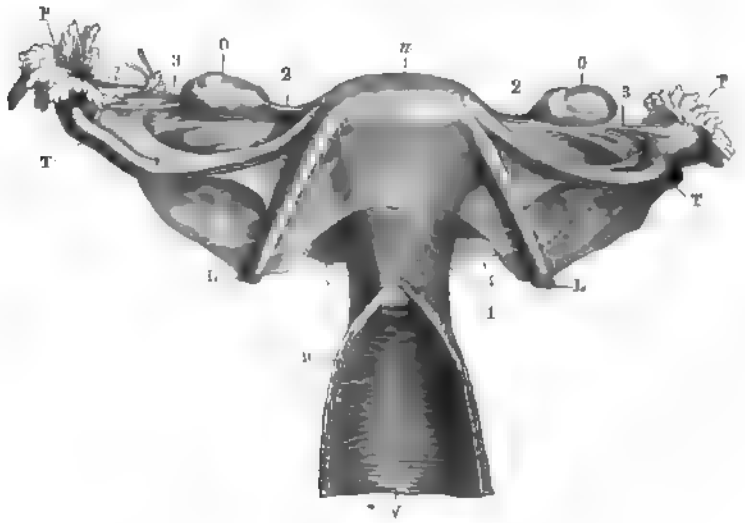


Fig. 31. — Vue générale des organes génitaux internes de la femme (*).

il doit donner naissance à un nouvel être quand il a été fécondé. L'appareil qui dessert cette fonction est représenté par les ovaires, les trompes, l'utérus. Les ovaires sont destinés à produire l'ovule, les trompes à le conduire dans l'utérus, l'utérus à le recevoir et à lui fournir les matériaux qui concourront à la formation d'un nouvel être, si la fécondation s'est réalisée. Dans l'étude de cette fonction nous suivrons une marche parallèle à celle que nous avons suivie dans celle de la fonction spermatique ; seulement comme l'expulsion de l'œuf hors de l'ovaire entraîne avec elle des modifications importantes et dans cet organe et dans l'utérus, modifications

(*) 1, feuillet du péritoine qui recouvre la face antérieure de l'utérus, et s'unit sur les côtés au feuillet 4, qui recouvre la face postérieure (ligaments larges). 2, ligament de l'ovaire ; 3, ligament tubo-ovarien ; O, ovaires ; P, P, pavillons de la trompe ; T, T, trompes ; L, L, ligaments ronds ; u, utérus.

qui aboutissent d'une part à la production de corps particuliers dans l'intérieur de l'ovaire, d'autre part à un écoulement sanguin s'effectuant à la surface interne de la matrice, nous trouverons nécessairement ici deux nouveaux chapitres, celui des corps jaunes et celui de la menstruation.

OVAIRES.

Les ovaires sont situés dans l'excavation du bassin, sur les côtés de l'utérus, entre la vessie, qui est en avant, et le rectum, qui est en arrière. Ils occupent l'aileron postérieur des ligaments larges. Libres dans la plus grande partie de leur surface, ils sont reliés à la trompe et à l'utérus par le ligament de la trompe et le ligament de l'ovaire.

Leur forme est celle d'un ovoïde aplati; leur aspect est lisse chez l'enfant, rugueux et cicatriciel chez l'adulte et surtout chez le vieillard.

Structure. — En allant de dehors en dedans on trouve :

1° La *tunique péritonéale*.

2° La *portion corticale*, de couleur blanchâtre, ayant une épaisseur d'un millimètre environ, constituée par des fibres musculaires lisses, des fibres de tissu cellulaire, des corps fibro-plastiques, des vaisseaux et des nerfs.

Au milieu de ces éléments, on rencontre les *vésicules ovariennes* (ovisacs, vésicules de de Graaf). Ces vésicules sont en nombre extrêmement considérable. M. Sappey estime leur nombre à 336 000 chez des fœtus de cinq à six mois, à 600 000 chez des enfants de trois à quatre ans, à 700 000 à l'âge de dix-huit ans.

Chez la femme pubère, un certain nombre de ces vésicules acquièrent un certain développement (15 à 20), et parmi celles-là une se développe plus que les autres à chaque mois. Ainsi développées, elles sont sphériques, adhèrent plus ou moins intimement à la trame de l'ovaire. Elles sont constituées par une enveloppe dans laquelle on trouve, au microscope, des fibres lamineuses, des corps fusiformes, des noyaux embryoplastiques, de la matière amorphe transparente, finement granuleuse, des vaisseaux. M. Ch. Robin a signalé de plus des cellules spéciales (cellules de l'ovisac); ces cellules sont pleines, de formes et de dimensions variables, riches en granulations tantôt grisâtres, tantôt graisseuses, disposées autour d'un noyau nucléolé. C'est à tort que quelques auteurs ont voulu voir dans cette enveloppe deux feuillets distincts, l'un externe, fibreux, l'autre interne, vasculaire.

La paroi propre de l'ovisac est tapissée par des cellules prismatiques, pavimenteuses, sphériques et même à cils vibratiles, suivant les espèces animales. L'ensemble de ces cellules constitue ce qu'on appelle improprement la membrane granuleuse. Cette membrane se renfle dans un point de son étendue; c'est ce renflement qui porte le nom de *cumulus proligère*. Dans l'intérieur du cumulus on rencontre une petite sphère, l'*ovule*, entourée souvent de cellules coniques disposées très-régulièrement les unes à côté des autres (*disque proligère*). L'ovule contient lui-même, dans son intérieur, un corpuscule arrondi (*vésicule germinative*), muni d'une tache (*tache germinative*). — En dedans de la membrane celluleuse et du cumulus proligère, existe un liquide transparent, alcalin, ayant l'aspect du sérum du sang, coagulable par l'alcool, les acides, la chaleur.

3° La *portion bulbeuse*. Cette portion est dépourvue complétement de vésicules. Sa couleur est plus ou moins rougeâtre; elle contient des fibres musculaires de la vie organique, des fibres de tissu conjonctif, et des vaisseaux en quantité considérable, surtout des vaisseaux veineux.

Les artères de l'ovaire proviennent de l'artère utéro-ovarienne ; les nombreuses branches qui lui sont destinées affectent une disposition en tire-bouchon et se rendent principalement aux vésicules de de Graaf. Les veines, plus volumineuses

que les artères, forment dans la portion bulbeuse un lacis très-serré qui communique avec le plexus sous-ovarique (bulbe de Jarjavay et de M. Rouget) ; celui-ci

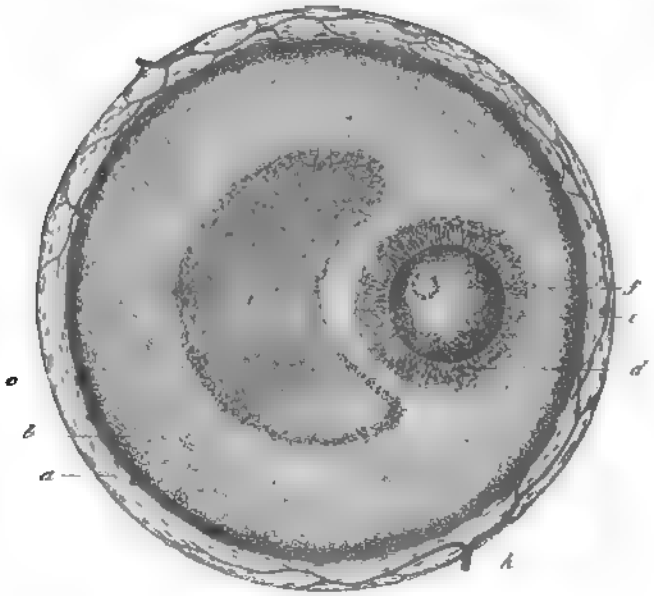


Fig. 32. — Schéma histologique de la vésicule de de Graaf chez la vache (*).

communique lui-même avec le plexus utérin et pampiniforme. Les nerfs proviennent du plexus ovarique.

Développement. — Vers la fin du premier mois, l'ovaire apparaît sur les parties latérales de la colonne lombaire, dans un blastème situé en dedans du corps de Wolff et de son conduit, ainsi que du conduit de Müller (voy. p. 167). A cette époque, il est représenté par une simple languette. Cette languette, qui constituera plus tard la couche ovigène, augmente de plus en plus et s'excave. L'excavation ne tarde pas à être remplie par une substance molle, dans laquelle viennent se rendre des artères et des veines (portion bulbaire de l'ovaire). Bientôt le corps de Wolff s'atrophie ainsi que son conduit; l'un et l'autre ne disparaissent point cependant complétement, car on en retrouve pendant toute la vie des traces dans l'aileron postérieur du ligament large (corps de Rosen-Müller). Alors le conduit de Müller s'est uni à l'ovaire, et est devenu la trompe.

(*) *a*, paroi de la vésicule contenant des fibres de tissu cellulaire et de nombreux noyaux fibro-plastiques, visibles quand elle est traitée par l'acide acétique ; *b*, cellules externes de la membrane granuleuse, polyédriques ; *c*, cellules internes arrondies ou elliptiques ; *d*, disque prolifère composé de cellules coniques superposées par couches et masquant en dedans la zone transparente de l'ovule ; *e*, vitellus formé par un liquide rempli de granulations ; *f*, vésicule germinative et tache germinative ; *h*, artère de la paroi propre de l'ovisac ; *i*, liquide albumineux au centre de la vésicule.

De sa position primitive, l'ovaire descend insensiblement dans l'excavation pelvienne, non par le fait d'un ligament conducteur analogue au gubernaculum testis, mais par le fait du développement du tronc; l'ovaire et la trompe ne se développant que très-peu par rapport à celui-ci, il en résulte que l'ovaire s'éloigne insensiblement de la région lombaire sans se rapprocher davantage de l'utérus alors constitué. Ce déplacement est moins rapide que celui du testicule : ainsi, à la naissance, tandis que ce dernier organe est descendu dans les bourses, chez la jeune fille, l'ovaire n'est encore qu'au niveau des fosses iliaques ; ce n'est que vers dix ans qu'il occupe sa place définitive.

Le mode de développement des ovisacs et de l'ovule est encore entouré d'obscurité. Valentin pensait que les ovisacs se développaient dans des tubes nés au sein du blastème de l'ovaire. Ces tubes seraient tapissés d'épithélium, et les follicules apparaîtraient dans leur intérieur en se disposant en série, après quoi les tubes se détruiraient et laisseraient en liberté, au milieu du stroma, les capsules qu'ils renferment.

Pour Barry, il n'y aurait pas de tubes; on verrait successivement naître la vésicule germinative avec sa tache; puis autour, une autre vésicule qu'il nomme ovisac, destinée à former la vésicule de de Graaf. Entre ces deux parties se déposeraient des granulations qui se condenseraient autour de la vésicule germinative pour constituer le vitellus ; la membrane vitelline entourerait bientôt après cet amas de granulations, et le reste du contenu de l'ovisac, se condensant à la paroi interne, formerait la membrane granuleuse.

Bischoff considère le follicule comme une vésicule glandulaire primaire, formée par une fusion de cellules. Cette vésicule, au début, serait remplie d'un liquide granuleux, au sein duquel apparaîtrait une vésicule sphérique munie d'un noyau (vésicule germinative) ; la membrane vitelline se développerait consécutivement.

Suivant M. Ch. Robin, les ovules naissent de très-bonne heure, à l'époque où chez les fœtus mâles on commence à apercevoir les tubes testiculaires. Cet auteur a pu trouver des ovules sur des embryons de cinquante-cinq jours, longs de 3 centimètres et demi ; mais ordinairement ce ne serait que du soixante-quizième au quatre-vingtième jour qu'on les distinguerait. Au milieu d'un amas nucléaire on voit d'abord un noyau, ce noyau s'entoure de granulations réunies par de la matière amorphe (vitellus). Bientôt cette masse s'entoure d'une enveloppe, d'abord excessivement mince (membrane vitelline); puis le noyau devient granuleux, ensuite vésiculeux (tache germinative et vésicule germinative).

Quand les ovules sont constitués, ils se groupent par séries de deux à trois en chaînettes ; chaque chaînette s'entoure de noyaux contenus dans le blastème de l'ovaire; ceux-ci se fusionnent entre eux de manière à former de petites masses, à la périphérie desquelles on ne tarde pas à apercevoir des noyaux embryoplastiques et des corps fusiformes, qui concourent à la formation d'une véritable membrane lamineuse. Cette mem-

brane devient ainsi un véritable tube d'un aspect moniliforme caractéristique. Ce tube se cloisonne intérieurement et isole chaque ovule ; cet isolement effectué, la vésicule de de Graaf se trouve constituée. Mais elle n'est complétement achevée que vers la neuvième ou dixième année, époque où apparaissent les cellules propres de l'ovisac.

Alors des noyaux se sont formés dans la vésicule, ces noyaux deviennent, du côté de la paroi, de l'épithélium prismatique ou sphérique, suivant les espèces animales, et, dans un point situé entre l'ovule et la paroi, apparaît un liquide qui augmente rapidement, refoulant à la fois les noyaux et l'œuf. A partir de cet instant, la vésicule prend graduellement un développement plus considérable : elle fait d'abord saillie dans la portion médullaire de l'ovaire, puis soulève la portion de couche corticale qui le sépare encore de la surface ; enfin, quand sa distension a atteint son degré maximum, elle se rompt et laisse échapper l'ovule.

Signalons enfin l'opinion de Pflüger, qui fait naître les ovules primordiaux par bourgeonnement de tubes ovariens, ces ovules se multipliant ensuite par scission, et celle de Borzenkow, qui pense que les follicules de de Graaf résultent du fractionnement d'un tractus de cellules disposées en réseau.

Ces opinions ne sont pas les seules qui existent dans la science ; celles que nous aurions à reproduire, si nous voulions être complet sur ce sujet, présentent entre elles non moins de désaccord que celui que nous venons de rencontrer dans les précédentes. Mais il est un fait au moins qui nous paraît acquis, c'est que l'œuf, à son origine, est une cellule dont la vésicule germinative est le noyau, et la tache germinative le nucléole. Seulement cette cellule perd bientôt ses caractères morphologiques qui la font ressembler à d'autres ; elle subit dans son intérieur des modifications de structure qui font d'elle, à un moment donné, un organe spécial et de la plus haute importance.

On comprend donc combien, pour l'étude des phases successives par où passe cette cellule, il est nécessaire de connaître les particularités qui se rattachent à elle, alors qu'elle n'a encore aucun des caractères qui puissent faire soupçonner son importance à venir.

OVULE.

Pour trouver et examiner l'ovule, on s'y prend de la façon suivante : Étant donné l'ovaire d'un animal, on cherche à la surface ou sur des coupes pratiquées sur l'ovaire une vésicule ayant acquis un certain développement. Puis, à coups ménagés de ciseaux fins, on détache la vésicule des parties voisines, et on la porte ainsi sur une plaque de verre. Alors, avec deux aiguilles, on sépare celle-ci du tissu qui lui adhère, après quoi on la perfore. Le liquide qui s'écoule de la vésicule contient des débris de la membrane granuleuse, c'est-à-dire des cellules en amas, au milieu des-

quelles, après un certain nombre de tâtonnements et avec un grossissement de 45 diamètres, on rencontre facilement l'ovule. Nous conseillons surtout aux débutants de s'adresser aux ovaires de lapines ; chez ces animaux la vésicule est peu adhérente à la trame voisine et s'isole avec la plus grande facilité.

D'une manière générale, chez les animaux, il n'y a qu'un ovule dans une même vésicule. Bischoff cependant a vu deux fois sur des lapines deux ovules dans un même ovisac ; le même fait a été constaté par de Baer sur la chienne, par Bidder sur la vache. Haussmann dit en avoir rencontré jusqu'à six chez la chienne. Jusqu'ici, chez la femme, on n'a pas trouvé plus d'un ovule dans une même vésicule.

Les plus gros ovules ne dépassent guère un dixième de millimètre, limite des objets perceptibles à la vue distincte ; mais, en règle générale, ils sont plus petits, et ne peuvent par conséquent être distingués à l'œil nu. En général, le volume de l'ovule n'est pas en rapport avec le volume de l'animal ; le volume de l'œuf de l'éléphant égale celui de la taupe ; l'œuf de la vache a à peu près les mêmes dimensions que celui de la femme, et ne dépasse que de très-peu celui du lapin. Le plus gros œuf qu'on ait rencontré chez les mammifères est celui de l'ornithorhynque : il possède les dimensions d'un pois.

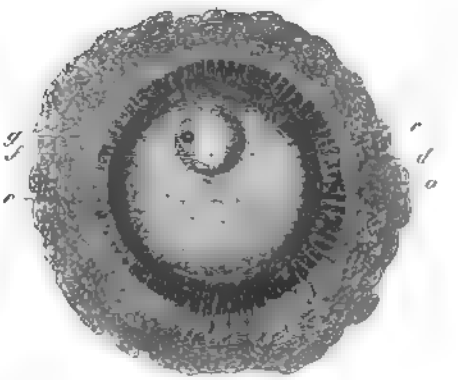


FIG. 33. — Ovule de la lapine avec son disque proligère (*).

Vu au microscope, l'œuf des mammifères se présente sous forme d'une sphère extrêmement régulière, entourée le plus souvent de toute part par des cellules arrondies, ou elliptiques, ou cylindriques, à noyau, semblables aux cellules de la membrane granuleuse. Mais quelquefois, au lieu de ces cellules, on en trouve de coniques, placées comme des pieux les unes à côté des autres et superposées de la façon la plus régulière par couches au nombre de deux ou trois. Cette régularité dans la disposition de ces cellules est telle que l'ovule ressemble à une fleur radiée. C'est à l'ensemble de cette couche cellulaire qui entoure l'ovule que de Baer a donné le nom de disque proligère. De Baer cependant n'avait point assigné de caractères particuliers aux cellules qui composent ce disque. Ce fut Barry qui, le premier, appela l'attention sur ce remarquable groupement. Mais

(*) *c*, cellules elliptiques de la membrane granuleuse ; *d*, disque proligère formé par deux couches de cellules coniques placées parallèlement les unes à côté des autres ; *o*, membrane vitelline qui ne paraît pas très-nettement limitée parce qu'elle est masquée en partie par les cellules les plus internes du disque proligère ; *e*, vitellus ; *f*, vésicule germinative ; *g*, tache germinative.

Barry pensait que cette disposition radiée ne se rencontrait qu'après la fécondation, et considérait la couche de cellules qui entoure immédiatement l'ovule comme une tunique distincte qu'il dénommait *tunica granulosa*. Bischoff, contrairement à cet auteur, n'admit point que cette couche de cellules dût être considérée comme une membrane particulière, se reposant sur ce qu'elle ne possède à l'extérieur aucune limite précise ; mais, comme Barry, Bischoff soutint que ce caractère radié de l'ensemble des cellules ne se rencontrait que dans des ovaires de femelles fécondées.

M. Verneuil, d'après l'examen de deux ovules de jument, croit qu'on doit, comme Barry, voir dans le disque proligère une membrane réellement propre de l'ovule, mais il s'éloigne de cet auteur en ce qu'il pense qu'il faut le considérer, non comme une conséquence de la fécondation, mais comme un signe de maturité. Il le regarde donc comme la première annexe de l'ovule, temporaire comme les autres annexes du germe, mais jouant un rôle particulier qui, pour être encore inconnu, n'est pas moins admissible.

Nos recherches à ce sujet ont surtout porté sur le disque proligère de la lapine, et nous avons pu retrouver l'aspect radié si remarquable de ce disque à presque toutes les époques de développement de l'ovule; nous l'avons vu quelquefois autour d'œufs très-petits, comme, dans d'autres cas, autour d'œufs complétement mûrs; mais dans un certain nombre d'ovaires nous ne l'avons pas rencontré; nous ne pouvons par conséquent accorder à ce disque un rôle quelconque dans l'évolution de l'ovule. Ce disque nous paraît être une sorte d'éventualité, assez fréquente il est vrai, s'effectuant au moment où les cellules, qui, dans les premiers temps, remplissent toute la vésicule, sont repoussées excentriquement et comprimées les unes contre les autres ou contre les parois de l'ovule et de l'ovisac. Nous ne pouvons non plus considérer ce disque comme formant une membrane distincte, car, entre les cellules coniques qui le composent et les cellules sphériques ou ovoïdes qui l'entourent, on trouve des cellules dont la forme est transitoire aux unes et aux autres.

La sphère ovulaire est limitée par une membrane désignée sous le nom de zone transparente, de zone pellucide, de membrane vitelline. Krause et Valentin ont pensé que l'ovule était dépourvu de membrane limite. Pour eux, ce qu'on a pris pour une membrane n'est qu'une couche d'albumine analogue à celle qui entoure le jaune de l'œuf de l'oiseau. Mais il est facile de reconnaître, quand on multiplie ses recherches sur l'ovule, que sa rupture, facile à effectuer en exerçant une certaine pression sur la lame de verre qui le recouvre, se présente sous forme d'une déchirure très-nette, comme celle qui se produirait dans une membrane douée d'une certaine consistance.

La zone transparente se présente sous forme d'une membrane hyaline, transparente, homogène, amorphe; on n'y trouve pas le moindre élément anatomique. Elle est limitée en dedans et en dehors par deux traits plus

ou moins nettement accusés. L'épaisseur de cette zone est environ dix fois moindre que le diamètre total de l'œuf.

Selon un grand nombre d'auteurs, cette membrane serait percée d'une ouverture (voyez *Fécondation*). D'après Remak et Frerichs, elle serait traversée par un grand nombre de canalicules rectilignes qui se dirigeraient sans interruption de la face externe à la face interne. Mais ces auteurs s'en sont sans doute laissé imposer par des lignes claires que l'on constate souvent entre les cellules du disque proligère dans la partie qui empiète sur le pourtour de l'ovule (voy. fig. 33).

En dedans de la membrane transparente on trouve le jaune ou vitellus, constitué en général par un liquide rempli de fines granulations, liquide qui s'étale facilement quand la zone transparente est rompue ; mais chez la femme et chez quelques femelles d'animaux, le jaune est formé par de petites masses cohérentes, transparentes, visqueuses, qui ne s'étalent pas quand on fend ou quand on écrase l'œuf. Quelquefois, chez la femme, la masse du jaune, plus petite que la sphère, est écartée de la paroi dans certains points, et peut rouler en tout sens dans l'intérieur. Quelquefois, enfin, on a vu chez certains animaux le jaune avoir une forme biconcave et biconvexe.

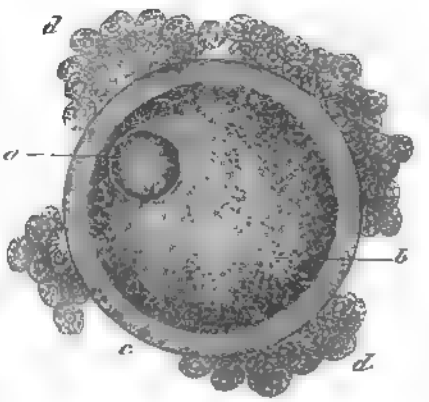


Fig. 34. — Ovule recueilli dans un ovaire d'une femme de vingt-quatre ans (*).

Dans le vitellus, on trouve une vésicule, la vésicule germinative. Cette vésicule est hyaline, granuleuse ; se laisse, chez la femme, séparer difficilement du jaune à cause de la cohérence de ce dernier. Placée dans le centre du vitellus quand l'œuf n'est pas encore mûr, elle se rapproche de la périphérie à mesure que la maturité se fait, et finit par toucher la paroi même de l'ovule.

La vésicule germinative contient elle-même dans son intérieur une tache, la tache germinative. Unique chez la femme, elle peut être multiple chez les animaux. Elle paraît être formée par un amas de granulations.

Index bibliographique (Développement de l'ovaire et ovule). — Valentin, *Müller's Archiv*, 1838. — Barry, *Philos. Transactions*, 1838. — Bischoff, *Traité du développement de l'homme et des mammifères*, trad. par Jourdan, ann. 1856.—Ch. Robin, cité par

(*) *d*, cellules de la membrane granuleuse ; *c*, zone transparente ou membrane vitelline ; *b*, vitellus ou jaune ; *a*, vésicule germinative et tache germinative.

PERRIER, thèse d'agrégation, année 1866. — PFLUGER, *Ueber die Eierstock der Säugethiere*, 1863. — BORZENKOW, *Ueber den feineirn Bau des Eierstocks* (*Würzburg. Naturgesch. Zeitschrift*, 1863).— DE BAER, BIDDER, HAUSSMANN, cités par Bischoff. — DE BAER. *Lettre sur la formation de l'œuf dans l'espèce humaine et dans les mammifères*, trad. par G. Breschet. Paris, 1829. — MARTIN BARRY, *Ova from the Ovary after fecondation* (*Philos. Transact.*, 1840). — VERNEUIL, *Études sur le disque proligère avant la fécondation de l'ovule* (*Comptes rendus des séances de la Société de biologie*, année 1852, ou *Gazette médicale*, année 1852).— KRAUSE, *Müller's Archiv*, 1837, p. 27. — VALENTIN, *Müller's Archiv*, 1836.— REMAK, cité par Leydig, in *Traité d'histologie de l'homme et des animaux*, traduit de l'allemand par Lahillonne, année 1866.

A consulter de plus pour le développement de l'ovule :

HIS, *Beobachtungen über den Bau der Säugethiere* (*Archiv für microscopische Anatomie*, 1844, Bd. I). — STEINLIN, *Ueber die Entwickel. der Graaf'schen Follikel und Eier der Säugethiere* (*Mittheil. der Züricher naturforsch. Gesellsch.*, 1846, Bd. I).— SPIEGELBERG, *Die Entwickelung der Eierstockfollikel und der Eier der Säugethiere* (*Nachricht für die Wiss. zu Göttingen*, 1860). — KLEBS, *Die Eierstockseier der Wirbelthiere* (*Archiv für pathol. Anat.*, 1861, Bd. XXI). — IDEM, *Die Eierstockseier der Säugethiere und Vögel* (*op. cit.*, 1863, Bd. XXVIII). — SCHRÖN, *Beitrag zur Kenntniss der Anatomie und Physiologie des Eierstocks der Säugethiere* (*Zeitschrift für wissensch. Zoologie*, 1862, Bd. XII). — QUINEKE, *Notizen über den Eierstock der Säugethiere* (*Zeitschrift für wissensch. Zoologie*, 1862, Bd. XII). — GROHE, *Ueber den Bau und das Wachsthum des menschlichen Eierstocks*, etc. (*Archiv für path. Anat.*, 1863, Bd. XXVIII).

DES CORPS JAUNES, ET DE LEUR RAPPORT AVEC L'OVULATION SPONTANÉE ET LA MENSTRUATION.

Depuis Malpighi, on a donné le nom de *corps jaunes* (*corpora lutea*), à des corps du volume d'un grain de millet à celui d'une cerise, qu'on rencontre dans les ovaires de la femme et des mammifères, pendant une certaine période de leur existence. C'est à leur couleur que ces corps doivent leur nom; mais il est à remarquer que la teinte jaune de ces corps est loin d'être un caractère constant. En effet, chez la truie, la chienne, la lapine, la brebis, etc., ils sont gris blanchâtre ou couleur de chair plus ou moins pâle; ils ne sont jaunes que chez la femme, la vache, et un petit nombre d'autres espèces; c'est pourquoi M. Ch. Robin a proposé de substituer à l'expression de *corps jaune* celui d'*oariule*, et M. Raciborski celui de *métoarion* (μετα, après; ωαριον, ovule).

Nous avons déjà vu que Malpighi et son élève Vallisnieri pensaient que ces corps étaient la partie véritablement glandulaire de l'ovaire, destinée à sécréter l'œuf.

Avant Malpighi, de Graaf regarda ces corps comme des indices de conceptions antérieures. Mais Buffon lui objecta que les cicatrices qui étaient les vestiges de ces corps, se trouvaient souvent au nombre de dix, vingt sur un même ovaire, et ne pouvaient par conséquent pas provenir de modifications imprimées à cet organe par la grossesse. Buffon les considéra alors comme des glandes transitoires ayant pour fonction de sécréter, non l'œuf, duquel il ne voulait entendre parler à aucun prix, mais le fluide séminal de la femelle.

Haller pensa que les corps jaunes étaient le résultat d'excitations vénériennes antérieures; que, par conséquent, ils n'existaient que chez les femmes qui avaient eu des rapprochements sexuels. Haller avait autopsié trois cents brebis, et jamais il n'avait observé de corps jaunes chez celles qui n'avaient pas subi les approches du mâle.

Ce furent Power, en 1821, et surtout Girdwood, en 1826, qui, les premiers, signalèrent la relation qui existe entre la production des corps jaunes et la menstruation. Ce dernier avait eu l'occasion de faire l'autopsie d'une jeune fille qui avait été réglée pendant trois ans, c'est-à-dire pendant trente-six mois, et les ovaires présentaient 34 cicatrices. Sur une autre femme qui avait eu ses règles trois fois, il trouva 3 cicatrices; sur une troisième femme qui avait eu ses règles six fois, 6 cicatrices; enfin, sur une autre qui avait eu ses règles vingt-quatre fois, il trouva 22 cicatrices.

A cette époque, les recherches de Prévost et Dumas, Baer, Coste, Valentin, Carus, Wagner, avaient mis hors de doute l'existence des œufs dans les ovaires de toutes les femelles d'animaux. On savait, de plus, que, chez les oiseaux et un grand nombre d'espèces animales inférieures, la ponte de l'œuf se faisait indépendamment de toute approche de mâle et de toute fécondation, et malgré cela on était loin de songer à l'ovulation spontanée chez la femme et chez les mammifères. La plupart des auteurs, avec Carus, pensaient que les ovules se développaient de bonne heure, mais restaient après leur développement dans une vie latente pendant un certain nombre d'années, jusqu'à ce que, par l'acte de la fécondation, il fussent tirés de cet état et appelés à un développement ultérieur.

En 1837, M. Coste écrivait ces lignes : « A l'époque du rut, les vésicules de de Graaf, celles du moins qui sont arrivées à maturité, distendues par le liquide au sein duquel l'œuf se trouve suspendu, se déchirent en nombre fort variable. Mais à quelle époque les œufs sont-ils parvenus dans la matrice? Ce passage ne saurait avoir lieu à une époque rigoureusement déterminée pour toutes les femelles. On reconnaît, en effet, à l'existence des corps jaunes dans les ovaires des femelles vierges, que la déchirure des vésicules de de Graaf se produit indépendamment de l'acte copulateur. Il s'ensuit que, dans les cas où l'accouplement a lieu lors de leur maturité complète, elles laissent échapper l'œuf au moment même ou à une époque plus ou moins éloignée. On peut concevoir aussi que si l'accouplement ne s'opère qu'à une époque postérieure à celle qui est marquée par leur maturité normale, les œufs parvenus dans l'utérus, ou en voie d'y arriver, reçoivent l'influence du mâle, ou dans celui-ci, ou pendant qu'ils parcourent le canal vecteur. » Par ces lignes, comme il est facile de le reconnaître, M. Coste soupçonnait fortement l'ovulation spontanée.

En 1841, à peu près à la même époque, MM. Gendrin et Négrier (d'Angers) établissaient que la menstruation coïncidait avec la maturité des follicules de de Graaf; que ceux-ci se vidaient sans qu'il y ait nécessairement ni copulation ni fécondation, et qu'il en résultait la formation de

corps jaunes. Ces auteurs arrivaient à cette conclusion en rapprochant une série d'observations prises sur des femmes mortes au moment des règles ou peu après, et chez lesquelles on trouvait des vésicules rompues, ou des corps jaunes en train de se développer.

En 1842, Bischoff constatait chez les femelles, à l'époque du rut, soit qu'on les eût laissées s'accoupler avec le mâle, soit qu'on eût empêché les rapprochements, que des vésicules ovariques se rompaient et donnaient lieu à des corps jaunes.

Enfin, en 1847, M. Pouchet généralisait l'ovulation spontanée. Il prouvait que chez les insectes, les mollusques, les poissons, les amphibies, les oiseaux et les mammifères, les œufs étaient émis spontanément par les femelles, lors même que la fécondation n'avait pas lieu.

En 1843, M. Raciborski présentait à l'Académie un travail dans lequel il s'exprime ainsi : « A chaque menstruation, un follicule vient former une saillie à la surface de l'ovaire, où il subit ensuite une rupture, et se vide de son contenu sans qu'il y ait besoin pour cela, comme le prétendaient de Graaf et Haller, d'aucune excitation vénérienne. » Cet auteur avait rencontré des vésicules de de Graaf bien développées et des corps jaunes sur les ovaires de deux filles, l'une de vingt-six ans, l'autre de dix-neuf, et qui étaient encore vierges.

Le même jour, l'Académie reçut communication de recherches expérimentales faites sur les animaux par Bischoff, à Heidelberg. Ces recherches confirmaient de la façon la plus éclatante les découvertes précédentes. Cet auteur avait enlevé à des lapines, à des chiennes, à des truies, soit l'utérus tout entier, soit l'une des cornes de cet organe, en laissant les ovaires et les trompes. Après la guérison, le rut, l'analogue de la menstruation, survint, l'accouplement se réalisa; les vésicules de de Graaf se rompirent, il se forma des corps jaunes, et les œufs détachés de l'ovaire furent retrouvés dans les trompes. Sur d'autres femelles opérées de la même façon, Bischoff avait empêché l'approche du mâle ; les vésicules se rompirent de la même manière quand le rut survint, les ovules furent retrouvés de même dans les oviductes, de même se formèrent des corps jaunes.

Il résulte donc de toutes ces recherches, que chez la femme et les femelles d'animaux, il se fait spontanément dans l'ovaire, en dehors de tout rapprochement sexuel et de toute fécondation, un travail qui aboutit à la maturité et à la rupture d'une vésicule de de Graaf, travail dont la menstruation est l'indice, et la production d'un corps jaune la conséquence. Cependant il ne faudrait pas prendre cette conclusion tout à fait à la lettre. Si, en effet, le coït n'est pas indispensable à l'ovulation, les recherches de M. Coste ont fait voir que chez les animaux, du moins, les rapprochements sexuels hâtaient la maturité et la chute des ovules. D'autre part, le travail ovarique n'aboutit pas toujours à la rupture d'une vésicule; celle-ci peut s'arrêter dans son développement et ne point s'échapper de l'ovaire, quoique cependant la menstruation se soit effectuée. En troisième lieu, la production d'un corps jaune peut quelquefois se faire,

comme M. Courty l'a signalé chez la femme, au sein d'une vésicule avortée, au lieu de se faire dans l'intérieur d'une vésicule dont la déhiscence s'est effectuée. En quatrième lieu, enfin, si chez la femme la menstruation est l'indice du travail ovarique, l'absence prolongée de la menstruation n'implique pas nécessairement que ce travail ne se fasse pas, que l'ovulation n'ait pas lieu; les grossesses survenues dans ces circonstances indiquent d'une façon certaine le contraire. Mais, mettant à part l'influence très-limitée du coït sur l'ovulation, et qui semble propre aux animaux, tous ces faits peuvent être considérés comme des exceptions rares à la règle générale posée, et s'expliquent, soit par des irrégularités dans la marche du travail ovarique, soit par un défaut de consensus entre les actes qui se passent dans l'ovaire et ceux qui se passent dans l'utérus lors de la ponte.

Formation des corps jaunes. — Les auteurs sont loin d'être d'accord sur la manière dont se forment les corps jaunes; examinons les diverses opinions qui ont eu cours dans la science.

Pour Négrier, Wharton Jones, Montgomery, Paterson, Robert Lee et

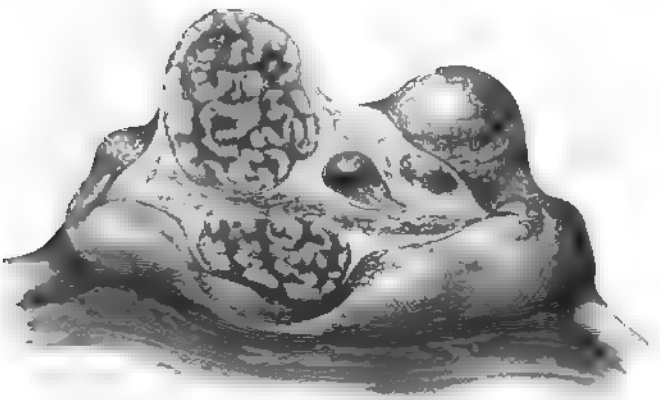


Fig. 35. — Corps jaune de la vache (*).

Barry, le corps jaune serait dû au dépôt d'une matière jaunâtre entre les deux feuillets de la vésicule de de Graaf.

MM. Coste, Courty, Longet et Raciborski expliquent la formation du corps jaune de la façon suivante : Après la rupture de la vésicule, le feuillet interne de la vésicule devient le siége d'une inflammation, s'hypertrophie, se vascularise. Le feuillet externe ne participe pas à cette inflammation et se rétracte. La rétraction de ce dernier feuillet entraîne le plissement du premier, et les plis, augmentant de plus en plus, prennent l'aspect de cir-

(*) Cette figure représente un ovaire de vache grossi, à la surface duquel proémine un corps jaune volumineux arrivé à son summum de développement. On voit, sur la coupe de ce corps jaune, les replis qui résultent de l'hypertrophie de la partie interne de la paroi de l'ovisac. Les quatre autres saillies qui n'ont pas été sectionnées représentent des vésicules de de Graaf à divers degrés de développement.

convolutions. C'est l'ensemble de ces circonvolutions qui constitue le corps jaune, résultat par conséquent de l'hypertrophie du feuillet interne et de la rétraction du feuillet externe.

Pour M. Ch. Robin, le corps jaune serait dû à l'hypertrophie de la paroi de l'ovisac qu'il regarde comme homogène dans toutes ses parties, et non divisible en deux feuillets. Cette hypertrophie se ferait surtout aux dépens des cellules propres que cette membrane contient. Ces cellules augmenteraient en nombre, soit par genèse, soit par segmentation, leur volume deviendrait en même temps plus considérable, enfin elles se chargeraient de granulations graisseuses ou de gouttes d'huile.

La manière de voir de M. Ch. Robin nous paraît celle qui doit être adoptée, et en effet il est facile de s'assurer, au début du corps jaune, que l'augmentation dans l'épaisseur de la paroi de l'ovisac est réellement

FIG. 36. — Éléments anatomiques contenus dans le tissu jaune du corps dessiné ci-dessus (*

due à l'augmentation en nombre et en volume des éléments celluleux qui existent dans cette paroi. Quand le corps jaune est arrivé à une certaine période de son développement, l'observation, à la rigueur, n'est plus aussi facile, parce que les cellules de l'ovisac sont toutes remplies de granulations graisseuses ou de gouttelettes d'huile qui dénaturent complétement l'aspect des éléments d'où elles dérivent. Aussi n'est-il pas étonnant que

(*) *a*, cellules propres de l'ovisac hypertrophiées et remplies de granulations graisseuses; *b*, amas de granulations d'hématoïdine; *c*, corps fibro-plastique; *d*, faisceau de tissu cellulaire avec noyaux fibro-plastiques.

quelques auteurs, tels que R. Wagner et Bischoff, aient cru que les cellules du corps jaune appartenaient aux cellules de la membrane granuleuse hypertrophiée. Mais, s'il en était ainsi, on ne trouverait point épars au milieu de cellules de ce corps, et à toutes les périodes de ce développement, des faisceaux de tissu cellulaire, des corps fusiformes et des noyaux fibro-plastiques. Du reste, la presque totalité des cellules de la membrane granuleuse a suivi l'ovule lors de la déhiscence de la vésicule.

Telle est donc la manière dont nous comprenons le développement du corps jaune : Après qu'une vésicule dé de Graaf s'est rompue et a laissé échapper l'ovule, celle-ci revient sur elle-même, et les bords de la rupture ne tardent pas à s'agglutiner. La vésicule contient alors un peu de sérosité sanguinolente, quelquefois un véritable caillot. Peu après, la matière amorphe de la paroi de l'ovisac augmente, les cellules propres de cette paroi se multiplient, un grand nombre ne tardent pas à prendre un développement considérable, et à se remplir de granulations graisseuses ou de gouttes d'huile; de là l'épaisseur plus considérable que prend la paroi tout entière. Bientôt, l'accroissement en nombre et en volume des éléments persistant, la partie la plus interne de cette tunique se plisse, se fronce de manière à donner lieu à des espèces de circonvolutions qui tendent à envahir toute la cavité, et finissent par distendre celle-ci dans des proportions variables suivant les sujets. S'il existe un caillot, ce caillot se trouve tassé, au centre des circonvolutions; s'il existe de la sérosité, celle-ci est bientôt résorbée, et il n'est pas rare de trouver au centre du corps jaune une petite cavité dont les parois sont en contact, et qui correspond à celle qui renfermait cette sérosité.

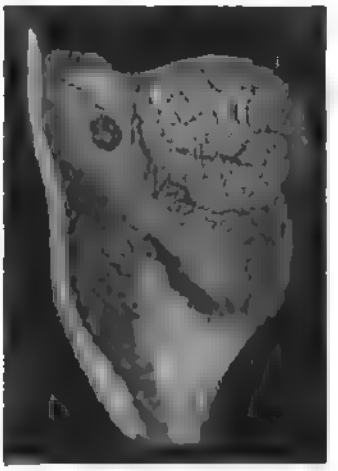


Fig. 37. — Vue extérieure d'un corps jaune de la grossesse chez la femme, d'après M. Longet.

A un moment donné, le corps jaune prend une marche régressive : les cellules s'atrophient; la paroi se rapproche du noyau, qui, lui aussi, s'atrophie; enfin elles disparaissent par résorption, ainsi que la matière amorphe qui les unit. En même temps que se font l'atrophie et la résorption de ces éléments, la couleur jaune passe à la couleur grise, puis blanche, les replis se rapetissent de plus en plus, enfin finissent par se confondre.

Si du sang a été versé dans le follicule lors de sa rupture, les globules sont résorbés petit à petit après avoir passé par l'état granuleux; mais souvent ils laissent, comme trace de leur présence, de petits corps noirâtres, ardoisés, violacés, orangés, formés par des granulations ou des cristaux d'hématoïdine. La fibrine du caillot disparaît de même que les globules, après avoir passé par l'état granuleux.

Enfin, la fusion des replis du corps jaune s'étant effectuée, celui-ci est réduit à un tubercule cicatriciel, qui disparaît en général totalement au bout d'un temps plus ou moins long. Pour M. Coste, chez les femmes non fécondées, la période d'évolution des corps jaunes ne dure jamais plus de dix jours, et au bout du trentième jour, à partir de la rupture des follicules de de Graaf, ils sont passés à l'état de cicatrices.

Lors de la grossesse, le corps jaune présente des différences à signaler par rapport au corps jaune qui a succédé à la menstruation. Il est plus volumineux, atteint quelquefois des dimensions de la moitié de l'ovaire et au delà ; il est plus vasculaire à sa surface; la matière amorphe granuleuse y est plus abondante; du sang s'y rencontre plus rarement; il augmente de volume jusqu'au quatrième mois de la grossesse, et ce n'est que vers la fin de celle-ci qu'il s'est réduit à un petit tubercule. Ces différences, toutefois, ne sont pas tellement grandes qu'on doive, comme quelques auteurs l'ont proposé, diviser les corps jaunes en vrais et en faux, suivant qu'ils coïncident avec la grossesse ou qu'ils sont consécutifs à la menstruation.

Index bibliographique (Corps jaunes). — MALPIGHI, *Epistola ad Jacobum*, dans *Opera omnia, figuris elegantissimis in æs incisis illustrata*, t. I. Londres, 1686. — R. DE GRAAF, *Histoire anatomique des parties génitales de l'homme et de la femme.* Bâle, 1679. — BUFFON, *Histoire générale et particulière*, t. II. Paris, 1749. — HALLER, *Elementa physiologiæ corporis humani*, t. VIII. Lausanne, 1766. — POWER et GIRDWOOD, *Nouvelle théorie de la menstruation. Réclamation de deux médecins pour la priorité*, in *Gaz. méd.*, année 1843. — CARUS, *Comptes rendus hebdomadaires de l'Institut*, séance du 7 août 1837. — COSTE, *Embryogénie comparée.* Paris, 1837. — GENDRIN, *Traité philosophique de médecine*, 1839. — NÉGRIER, *Recherches anatomiques et physiologiques sur les ovaires de l'espèce humaine, considérés spécialement sous le rapport de leur influence sur la menstruation*, 1840. — BISCHOFF, *Entwickelungsgeschichte der Saugethiere und des Menschen*, 1842. — IDEM, *Traité du développement de l'homme et des animaux*, trad. par JOURDAN, 1843. — POUCHET, *Théorie positive de la fécondation des mammifères*, 1842 — RACIBORSKI, *Études physiologiques de la menstruation* (*Comptes rendus de l'Académie des sciences*, 1843, t. XVII). — BISCHOFF, *Sur le détachement et la fécondation des œufs humains et des œufs des mammifères* (*Comptes rendus de l'Académie des sciences*, 1843, t. XVII). —W. JONES, *Practical Observations on Diseases of Women.* Londres, 1839.—MONTGOMERY, *Exposition of the Signs and Symptoms of Pregnancy*, etc. London, 1836. — PATERSON, *Edinb. Medic. and Surg. Journal*, 1840. — ROBERT LEE, *London Medic. Chirurg. Transact.*, t. XXII, 1839. — BARRY, *Philosoph. Transact.*, 1838. — COSTE, *Histoire générale et particulière du développement des corps organisés*, 1847. — COURTY, *De l'œuf et de son développement dans l'espèce humaine.* Montpellier, 1845.—LONGET, *Traité de physiologie*, t. II, 1850. – CH. ROBIN, *Mémoire sur les modifications de la muqueuse utérine pendant et après la grossesse* (*Mém. de l'Académie de médecine*, 1861, t. XV). — R. WAGNER, *Traité de physiologie, histoire de la génération et du développement*, traduit par Habets. Bruxelles, 1841.

OVIDUCTES OU TROMPES. — Les trompes sont contenues dans l'épaisseur des ligaments larges (aileron moyen). Elles partent des angles de l'utérus; de là elles se portent en haut et en dehors; puis, après un trajet de quatre à cinq pouces, elles se terminent par une ouverture en libre communication avec la cavité abdominale, après avoir décrit une courbure dont la concavité embrasse la face antérieure de l'ovaire. Rectilignes jusqu'à une certaine distance de l'utérus, elles sont flexueuses dans le reste de leur trajet. Par son extrémité externe, la trompe s'ouvre dans l'utérus par une ouverture extrêmement étroite. L'extrémité interne, dilatée en entonnoir (pavillon de la trompe), regarde en arrière et en dedans. Elle présente

une ouverture coupée très-obliquement, et garnie de franges. Ces franges, au nombre de dix à quinze, sont toutes libres, à l'exception d'une seule qui adhère à l'extrémité externe de l'ovaire. Celle-ci se confond avec un faisceau musculeux qui se rend de l'ovaire à l'ouverture du pavillon.

Le calibre de la trompe va en augmentant de l'utérus à l'ovaire, il est de 4 millimètres au voisinage de l'utérus, de 7 à 8 au voisinage de l'ovaire.

Trois membranes entrent dans la constitution de la trompe, une péritonéale, une musculaire, une muqueuse :

1° Le péritoine entoure la trompe de toutes parts, excepté à la partie inférieure, par où pénètrent les vaisseaux. Au niveau de l'extrémité interne de la trompe, le péritoine cesse au bord même de l'ouverture, et là semble se continuer avec la muqueuse de ce conduit.

2° La tunique musculaire est constituée par deux ordres de fibres, les unes longitudinales, les autres transversales.

3° La muqueuse présente des replis longitudinaux très-prononcés, qui s'emboîtent les uns dans les autres; la surface des franges qui se continue avec la muqueuse présente aussi de nombreux plis. La muqueuse de la trompe est tapissée par des cellules épithéliales cylindriques et coniques, à cils vibratiles.

Les artères proviennent des artères ovariennes et utérines, les veines vont se rendre dans le plexus utéro-ovarien.

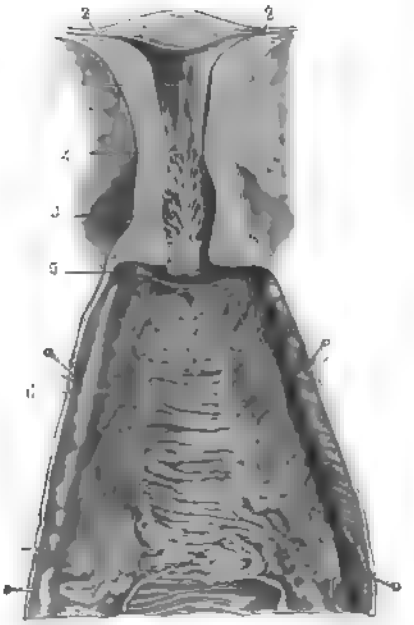


Fig. 38. — Vagin et utérus ouverts par la partie postérieure chez une fille vierge (*).

Utérus. — L'utérus, chez la femme, est situé dans l'excavation pubienne, entre la vessie et le rectum, au-dessus du vagin, au-dessous des circonvolutions de l'intestin grêle. Il est maintenu en place par cinq ligaments.

1° Les ligaments larges, replis séro-musculaires qui contiennent la matrice dans leur intérieur; ils se continuent en dehors avec le péritoine des portions latérales de l'excavation pelvienne.

Ces ligaments présentent sur leurs bords supérieurs trois replis secondaires ou ailerons. L'antérieur contient le ligament rond, le moyen, les trompes, le postérieur, l'ovaire. Les ligaments larges sont formés par deux lames, l'une séreuse, continuation du feuillet péritonéal; l'autre musculaire (flouget), sous-jacente à celle-ci. Ces deux lames sont séparées l'une de l'autre par du tissu cellulaire, des fibres musculaires, l'artère utérine, l'artère ovarienne, les plexus veineux utéro ovariens.

2° Les ligaments ronds antérieurs, cordons musculaires qui s'étendent des parties antérieures et latérales de l'utérus aux grandes lèvres.

3° Les ligaments utéro-sacrés, replis séro-musculaires, qui s'étendent de la

(*) 1, Cavité du corps de l'utérus; 2, 2, ouvertures des trompes; 3, cavité du col et arbre de vie; 4, isthme de l'utérus; 5, portion vaginale du col dont la moitié postérieure a été enlevée; 6, 7, paroi antérieure du vagin avec les nombreux plis transversaux qu'elle possède.

partie postérieure et inférieure de l'utérus aux parties latérales et inférieures du sacrum.

La direction de l'utérus est oblique de haut en bas et d'avant en arrière. — Sa forme est celle d'un cône aplati d'avant en arrière, dont la base regarde en haut, le sommet en bas. — Il est divisé par une dépression circulaire en deux parties, le corps et le col. Le corps et une petite partie du col sont libres dans la cavité abdominale, maintenus par les ligaments dont nous avons parlé ; la partie inférieure du col fait saillie dans le vagin, et adhère à la tunique musculaire de ce dernier, à une certaine distance de son extrémité.

L'utérus est pourvu d'une cavité plus large au niveau du corps (cavité du corps) qu'au niveau du col (cavité du col).

Ces deux cavités sont séparées par un rétrécissement plus ou moins étendu (isthme).

La cavité du corps a une forme triangulaire, elle se continue par ses angles latéraux avec les trompes.

La cavité du col a la forme d'un canal renflé à sa partie moyenne ; elle s'ouvre

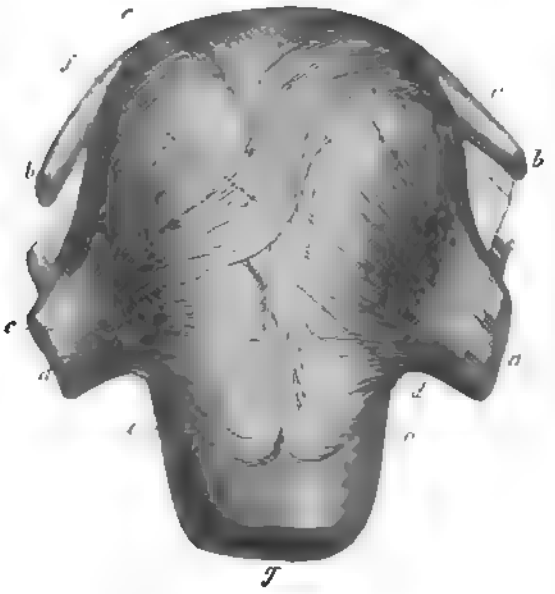


FIG. 89. — Fibres musculaires superficielles de la face antérieure de l'utérus (*).

dans le vagin par un orifice muni de deux lèvres (museau de tanche). Cette cavité présente en avant comme en arrière une saillie longitudinale, qui donne naissance à une série de plis transversaux secondaires (arbre de vie).

STRUCTURE. — On distingue dans l'utérus trois tuniques :

1° La tunique séreuse, représentée par les feuillets du ligament large qui passent en avant et en arrière de l'utérus.

2° La tunique musculaire. Cette tunique possède trois couches, l'une superficielle, la seconde moyenne, la troisième profonde. La superficielle se compose : 1° de faisceaux longitudinaux qui occupent la face antérieure, le bord supérieur et la face

(*) *a*, ligament rond ; *b*, trompes de Fallope ; *c*, *c*, fibres transversales qui se continuent avec les fibres longitudinales *f*, *d*.

postérieure du corps de la matrice (faisceau ansiforme d'Hélie); 2° de faisceaux transverses qui naissent des faisceaux longitudinaux, et se portent en dehors; ce sont ces faisceaux qui, en se prolongeant, vont doubler la lame péritonéale des ligaments larges.

La couche moyenne est formée par des faisceaux plexiformes dont l'intrication jusqu'ici n'a pu être démêlée.

La couche profonde se compose, au niveau des ouvertures des trompes, de faisceaux de fibres concentriques; vers la partie inférieure, autour du col, les fibres s'enroulent circulairement et s'entrecroisent obliquement sur la ligne médiane.

3° La tunique muqueuse adhère intimement à la couche musculaire profonde et se compose de deux parties. La première, épithéliale, est constituée par des cellules coniques et prismatiques. La seconde, sous-jacente, est formée par des fibres de tissu cellulaire, des corps et des noyaux fibro-plastiques. Cette muqueuse contient de nombreux vaisseaux capillaires, terminaisons des artères utérines; de plus, elle

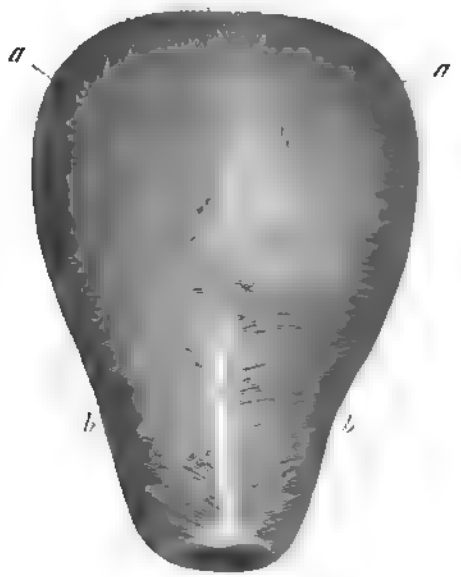


Fig. 49. — Fibres musculaires profondes de l'utérus (*).

renferme des glandes qui mesurent toute son épaisseur. Ces glandes varient dans la muqueuse du corps et du col. Dans la première, ce sont des tubes légèrement flexueux renflés à leurs extrémités, quelquefois bifides et placés parallèlement les uns aux autres (Ch. Robin). Elles sont tapissées par un épithélium nucléaire. Au col, on en distingue trois espèces (Cornil) : les unes sont de simples dépressions; les autres présentent deux ou trois culs-de-sac qui s'ouvrent dans un canal excréteur commun; les troisièmes sont des glandes composées, consistant en un conduit principal, qui présente parfois sur son trajet des culs-de-sac pariétaux, et se divise lui-même en deux ou plusieurs conduits secondaires qui se terminent par des culs-de-sac multiples. Ces glandes sont tapissées par des cellules cylindriques, quelquefois des noyaux.

* *a*, *a*, cercles concentriques autour des orifices des trompes, *b*, *b*, fibres circulaires du col, s'entrecroisant obliquement sur la ligne médiane.

Les glandes du corps et du col sécrètent un mucus dont les caractères sont différents. Le mucus fourni par les glandes du corps est alcalin, demi-liquide, peu visqueux. Au microscope, on trouve dans son intérieur des épithéliums nucléaires, et quelquefois des gaines épithéliales semblables à celles qui tapissent les cavités glandulaires. Le mucus fourni par les glandes du col est gélatiniforme, visqueux, incolore, alcalin, et met un certain temps à se gonfler au contact de l'eau. Il tient en suspension quelques cellules épithéliales prismatiques et quelquefois des leucocytes.

Enfin on trouve, dans la cavité du col, des papilles vasculaires contenant un ou plusieurs vaisseaux qui se terminent par des anses.

VAISSEAUX ET NERFS. — Les artères de l'utérus proviennent des artères utérines, branches des rénales ou de l'aorte. Les artères utérines longent les bords latéraux de l'utérus, et s'anastomosent par inosculation au voisinage des trompes avec les artères ovariennes. De leur côté interne partent un certain nombre de branches qui pénètrent dans la couche moyenne, et se résolvent en artères hélicines. Cette dernière disposition s'observe surtout au voisinage des trompes.

Les veines naissent principalement des capillaires de la muqueuse et de la couche musculaire profonde. Elles représentent des conduits enroulés en spirale, enchevêtrés les uns dans les autres; ces veines vont se rendre dans un plexus très-serré, situé sur les parties latérales de l'utérus, et qui communique avec les veines hypogastriques et les veines ovariennes. Ce plexus communique de plus, supérieurement avec le plexus sous-ovarien, inférieurement avec le plexus vaginal.

NERFS. — Ils proviennent du plexus hypogastrique et du plexus ovarique.

MENSTRUATION.

On donne le nom de *menstruation* à un écoulement de liquide sanguin ou séro-sanguinolent qui, chez la femme, se fait périodiquement par le conduit vulvo-utérin, et se lie essentiellement à un travail de l'ovaire aboutissant au gonflement et à la rupture d'une vésicule de de Graaf.

Il est aujourd'hui reconnu que le rut, chez les animaux, correspond à la menstruation chez la femme. Chez les animaux, en effet, lors du rut, des vésicules de de Graaf se développent et se rompent, des œufs s'en échappent, des corps jaunes se forment. Chez quelques-uns, le rut est régulièrement périodique, comme chez les juments, les brebis, les buffles, les zèbres, les singes, etc.; chez tous, les organes génitaux produisent des émanations odorantes, comme chez la femme; un certain nombre enfin possèdent l'écoulement séro-sanguinolent ou sanguin que l'on constate chez cette dernière.

Aristote, Stahl, ont été trop loin en disant que la jument, la vache, ont un flux cataménial semblable à celui de la femme ; M. Colin, en effet, s'est assuré qu'il ne s'échappait de la vulve de ces animaux, à l'époque des chaleurs, que des mucosités jaunâtres. Mais il est certain que les singes macaques et les cynocéphales offrent un écoulement sanguin périodique véritable (Cuvier et Geoffroy Saint-Hilaire). Chez la chienne, cet écoulement périodique s'observe même quelquefois. M. de Castelnau a présenté à la Société de biologie l'observation d'une chienne, qui, pour la cinquième fois, à l'époque du rut, avait un écoulement périodique qui durait huit jours environ.

Chez la femme, les cas où la menstruation ne se réalise à aucune époque de son existence peuvent être considérés comme des cas rares, mais leur authenticité doit être mise hors de doute. En général, l'absence permanente de la menstruation est un signe d'infécondité, mais cette règle n'est pas sans exceptions. Ainsi, Haller rapporte qu'une femme eut douze enfants sans avoir été réglée une seule fois. Rondelet, Joubert, Flechner, Stark, ont signalé des exemples analogues. Ces exemples indiquent que l'absence de la menstruation n'est pas liée nécessairement à l'absence de l'ovulation.

INFLUENCE DE LA GROSSESSE ET DE LA LACTATION SUR LA MENSTRUATION. — La menstruation présente cette particularité importante, c'est qu'elle n'a pas lieu lors de la grossesse. Ce fait s'explique par la cessation du développement des vésicules de de Graaf après que la fécondation s'est réalisée. Cette explication a été combattue par Scanzoni, qui prétend que, pendant la grossesse, les ovules peuvent mûrir et se détacher, que le molimen menstruel se voit fréquemment chez la femme en couches, et que, quelquefois même, de véritables règles surviennent aux époques habituelles. L'opinion de cet auteur serait appuyée par les recherches de M. Elsaesser, qui a réuni 50 observations de persistance des règles chez des femmes enceintes; parmi ces observations, il en est dans lesquelles l'écoulement s'est produit périodiquement jusqu'au sixième mois, et même jusqu'à la fin de la grossesse. Mais, malgré ces faits, la manière de voir de Scanzoni n'est guère acceptable, car ni Kusmaül, ni Kiwisch, ni Virchow, n'ont jamais trouvé, dans les ovaires de femmes mortes en couches, ou récemment accouchées, de traces de vésicules rompues ou de corps jaunes récents. Il est probable, par conséquent, que ces hémorrhagies, signalées pendant la grossesse, n'étaient point de véritables règles, pas plus que celles qui ont été observées chez des femmes qui ne perdaient du sang par les parties génitales que pendant ce temps. Haller, Busch, Perfect, Churchill, Deventer, ont cité des exemples de ces prétendues menstruations. Aran dit aussi avoir connu une femme, mère de deux enfants, qui n'était jamais réglée que lorsqu'elle était enceinte; à l'inverse de toutes les autres femmes, elle concluait à l'existence d'une grossesse dès qu'elle voyait le sang se montrer de nouveau vers les parties génitales. Mais, dans tous ces cas, l'écoulement sanguin, sans doute, ne se rattachait point à l'ovulation, et reconnaissait une autre cause.

Après l'accouchement, chez les femmes qui n'allaitent pas, les règles apparaissent habituellement au bout de la sixième semaine : c'est là ce qu'on appelle vulgairement le retour de couches. Mais il arrive assez fréquemment que, dans cette condition, elles restent suspendues pendant un certain nombre de mois. Dubois a même observé la suppression définitive chez des femmes jeunes encore.

Pendant l'allaitement, la plupart des femmes ne sont pas menstruées. Dans les climats froids, cependant, les nourrices semblent être plus sujettes à avoir leurs règles que dans les pays tempérés ou chauds. D'après les

documents adressés au congrès international de Paris (1867) par le docteur Faye, sur 1327 femmes interrogées sur ce point à l'institut de la Maternité de Christiania, il y en avait 25, c'est-à-dire plus de 10 pour 100, qui continuaient à être réglées pendant la lactation. Il est probable qu'en France, si une statistique de ce genre était faite, le chiffre ne serait pas aussi élevé.

L'absence des règles pendant la lactation est sans doute due à la suspension du développement des vésicules de de Graaf; dans certains cas cependant il n'en serait pas ainsi, car on a vu quelquefois des nourrices non menstruées devenir enceintes.

DES CIRCONSTANCES QUI INFLUENT SUR L'APPARITION DE LA MENSTRUATION. — Très-exceptionnellement on a vu des enfants réglés périodiquement à l'âge de 2, 4 et 8 ans. Ces sortes de menstruations, dites menstruations enfantines (Raciborski), et niées par quelques auteurs qui les considèrent comme de simples épistaxis utérines, ne nous paraissent pas devoir être mises en doute. Dezeimeris, qui a réuni tous les cas de menstruations précoces qui existaient dans la science, a fait voir que les sujets qui présentaient cette anomalie étaient remarquables par le développement insolite des seins et des organes sexuels, ce qui indique manifestement une activité précoce de l'appareil générateur.

D'après un relevé de M. Raciborski, relevé qui porte sur 25 592 observations, le plus grand nombre des femmes du globe ont leurs règles de treize à seize ans. Dans des cas exceptionnels, elles apparaissent seulement à l'âge de vingt, vingt-quatre et vingt-six ans, même chez des sujets qui présentent toutes les apparences de la santé; c'est à ces menstruations tardives que l'auteur que nous venons de citer a donné le nom de menstruations *sérotines*.

D'après un relevé de M. Joulin, relevé qui porte sur 14 678 faits, il résulterait que dans les climats tempérés, entre le 33^{e} et le 54^{e} degré de latitude nord, c'est dans la quinzième année que la première menstruation apparaîtrait le plus fréquemment. Dans les climats chauds, entre le 33^{e} degré et l'équateur, les règles surviendraient à l'âge de douze ans. Dans les climats froids, du 54^{e} degré au pôle, elles apparaîtraient surtout à l'âge de quinze à seize ans. Pour M. Joulin, ce serait donc de douze à seize ans que se ferait la première menstruation chez toutes les femmes de toutes les nations.

La statistique faite par M. Lagneau confirme celle de M. Joulin. Cette statistique porte sur 15 945 femmes; elle comprend celles de M. Liendberg au Labrador, Frugel et Faye en Norvége, Rawn et Leog en Danemark, Osiander en Hanovre, Lebrun en Pologne, Roberton, Guy, Lee et Murphy en Angleterre, Marc d'Espine, Brierre de Boismont, Ménière, Raciborski, Dubois, de Soyr, Stolz, Lévy, Pétrequin, Bouchacourt, Marcel Petiteau, Girard et Reynaudin en France, Zaviziano à Corfou, Dyster à Madère, Goodeve, Dwarikanauth das Bossu, Leith et Crisp dans l'Inde, Elliot et Bowen à la Jamaïque et aux Barbades.

PAYS.		LATITUDE.	TEMPÉRATURE.	NOMBRE DE FEMMES.	AGE MOYEN. Ans.	Mois.	Jours
Labrador		50° à 63°	— 3°,1	16	15	11	12
Norvége		59° à 59° 55′	+ 5°,4	257	16	4	3
Danemark		55° 41′	+ 7°,6	3840	16	10	5
Prusse		51° 32′	+ 8°,3	137	16	1	4
Russie, Varsovie		52° 14′	+ 9°,2	100	15	5	28
Russie méridionale		39° à 55°	+ 5° à 12°	700	16	6	12
Angleterre..	Manchester.	53° 38′	+ 10°	540	14	10	9
	Londres	51° 30	+ 10°,4	3219	14	11	6
France.	Strasbourg	48° 34′ 57″	+ 9°,8	1249	15	8	28
	Paris	48° 50′ 13″	+ 10°,5	3322	14	11	23
	Lyon	45° 45′ 45″	+ 11°,8	432	15	5	18
	Sables d'Olonne	46° 29′ 48″	+ 12°,25	590	14	8	14
	Marseille	43° 17′ 52″	+ 14°	68	14	5	»
	Toulon	43° 71′ 28″	+ 14°,4				
Corfou..		39° 38′	+ 16° (?)	33	14	»	»
Madère		32° 37′	+ 20°,3	228	15	4	27
Asie méridionale		8° 30′	+ 24° à 28°	600	12	11	25
— Bengale		22° 34′ 45″	+ 24°	239	12	6	1
— Dekkan		12° à 19°	+ 25° à 28°	301	13	3	8
Jamaïque et Barbades		13° à 21° 45′	+ 25° à 27° (?)	77	15	7	12

Ces statistiques démontrent donc qu'en général, la puberté est plus tardive dans les pays froids que dans les pays chauds, opinion qui est en opposition avec celle émise par Roberton, que la puberté, sous toutes les latitudes et dans les différentes races, s'établit à la même époque. Toutefois il faut bien savoir que si le climat et la latitude ont une influence incontestable sur la première apparition des menstrues, il existe d'autres causes dont la puissance peut l'emporter sur les premières, et ces causes échappent fatalement à ces statistiques qui ne tiennent compte que de l'âge; nous voulons parler de la constitution de la jeune fille, de sa manière de vivre, de ses habitudes, etc.

Suivant M. P. Dubois, chez les jeunes filles soustraites à l'action de leur climat naturel, la puberté apparaîtrait à l'âge auquel elle se serait manifestée dans leur propre pays. L'observation suivante faite par le docteur Webb vient à l'appui de cette manière de voir : 200 jeunes filles anglaises transportées à Calcutta, pour y faire leur éducation, ont continué à être réglées à quinze et seize ans. Tandis que, chez les jeunes filles originaires de Calcutta, la première éruption a lieu entre douze ou treize ans.

Les filles des campagnes sont réglées plus tard que celles des villes, celles qui vivent dans l'isolement plus tard que celles qui fréquentent les bals, les soirées; les filles appartenant à des familles pauvres, plus tard que les filles appartenant à des familles riches.

On a dit que la masturbation et le coït hâtaient l'apparition des règles; mais on a fait la remarque qu'à Londres, où de nombreuses jeunes filles se livrent au libertinage de bonne heure, la menstruation, chez celles-ci, n'était pas plus précoce que chez les filles honnêtes.

M. Courty a signalé l'influence de l'hérédité, dans certaines familles, sur l'apparition des menstrues. Cet auteur a cité le fait d'une mère et de ses huit filles qui ont été toutes réglées à onze ans.

Dans des cas exceptionnels les règles ne sont apparues qu'après une ou plusieurs grossesses. Kahlees parle d'une femme qui n'eut ses règles qu'après trois grossesses successives. Kleimann rapporte l'histoire plus curieuse encore d'une femme qui n'eut ses règles que deux mois après son huitième accouchement, et continua ensuite d'être exactement réglée jusqu'à l'âge de cinquante-quatre ans.

Les affections scrofuleuses prononcées retardent les règles. Sur 31 jeunes filles atteintes de scrofule et observées par Scanzoni, le flux menstruel ne s'établit que dès la vingt et unième année. La chlorose produit le même résultat: d'après M. Raciborski, cette affection apporterait, en moyenne, un ou deux mois de retard dans la première éruption.

On a attribué aux premières menstruations une influence sur l'apparition de certaines maladies, l'hystérie, l'épilepsie, en particulier. Mais, s'il est vrai que ces deux affections soient plus fréquentes à l'époque de la puberté (Beau, Briquet), il ne faudrait pas croire que l'écoulement menstruel en soit la cause. Au moment où la menstruation s'établit, il s'opère dans toute la constitution de la jeune fille des modifications importantes, compatibles en général avec l'état de santé, mais quelquefois conduisant à certains états morbides tels que ceux que nous venons de signaler. Ces modifications sont de plus, pour la jeune fille, des causes prédisposantes de maladies, assez graves souvent pour entraîner la mort. Il résulte, en effet, des recherches de MM. Quetelet et Smits, que, tandis que, dans l'enfance, la mortalité est égale pour les deux sexes, elle serait au contraire supérieure pour les filles dans le rapport de 1,28 à 1 entre la quatorzième et la dix-huitième année, et qu'elle descendrait dans les quatre années suivantes à 1,05 pour les filles contre 1 pour les garçons. D'après une statistique qui porte sur 4000 cas et dressée par Witead (de Manchester), la mortalité serait d'autant plus grande que la menstruation serait plus tardive. Ces renseignements sont utiles à connaître et doivent engager le médecin à prévenir les mères de famille qu'il est prudent d'entourer leurs filles de toutes les précautions hygiéniques possibles, quand, chez celles-ci, arrive l'âge de la puberté.

La précocité de la menstruation serait-elle favorable au développement de certaines maladies organiques de l'utérus, en particulier du cancer, comme l'a soutenu Kusmaül? C'est là une opinion fort douteuse.

PRÉLUDES DE LA MENSTRUATION. — L'apparition des règles est précédée par des phénomènes particuliers qui portent tant sur les organes de la génération que sur l'ensemble de l'économie.

Des poils apparaissent au pubis, quelques-uns, moins nombreux, aux grandes lèvres. Les parties génitales externes éprouvent une certaine excitation : le clitoris devient plus apte à l'érection; des besoins plus fréquents d'uriner se font ressentir; souvent les garderobes se font avec

plus de facilité que d'habitude. Chez les sujets herpétiques, des démangeaisons à la vulve surviennent assez souvent.

Les mamelles prennent plus de développement; le tissu adipeux augmente en même temps que la glande, ce qui leur donne une forme arrondie. De légères veines se dessinent à leur surface; le mamelon, de rosé qu'il était, prend une coloration plus foncée. Il n'est pas rare de voir des oreillons survenir; en général, ils disparaissent avec l'établissement de la menstruation. Enfin, quelquefois, les règles s'annoncent par des boutons aux lèvres, aux joues.

En même temps que ces phénomènes se montrent, le caractère de la jeune fille change, elle devient coquette, prend plus de soin de sa personne. En présence de jeunes garçons, son pouls s'accélère, son visage se colore; elle est plus impressionnable que de coutume, et, notamment, se plaît davantage à partager les joies et les douleurs d'autrui. Si elle n'a pas été instruite, constamment elle est dans une inquiétude vague dont elle ne peut se rendre compte, inquiétude augmentée quelquefois par des douleurs de rein, de la pesanteur dans le bas-ventre. Il est très-rare aussi que le premier écoulement menstruel ne soit pas accompagné d'un peu de fièvre. D'après Boerhaave, sur 1000 femmes, on en trouverait à peine une qui y échapperait; au dire de Cazeaux, cependant, assez souvent il n'y aurait aucun malaise : c'est en jouant, en dansant, parfois pendant le sommeil, que se ferait la première éruption des règles.

Phénomènes qui accompagnent la menstruation proprement dite. — En général, aux premières règles, s'échappe par la vulve un liquide muqueux, légèrement coloré en rouge; cet écoulement sanguinolent se présente pendant trois ou quatre mois avec assez de régularité. Puis un jour l'écoulement muqueux est plus coloré; le jour suivant, la coloration est encore plus intense; le troisième jour, le sang est presque pur; le quatrième, il ne présente plus trace de mucosités; le cinquième et le sixième jour, l'écoulement diminue de plus en plus, jusqu'à ce qu'il soit complétement disparu. Quelquefois, à la première menstruation, l'écoulement sanguin se supprime peu après son apparition, pour revenir trois ou quatre jours après.

Lors de la menstruation, la vulve et le vagin ne présentent aucune modification, si ce n'est une légère turgescence. D'après M. Ripault, dès la veille de l'éruption, apparaîtrait sur la lèvre antérieure du col une grosse veine bleuâtre, quelquefois deux; le deuxième ou le troisième jour, cette veine s'affaisserait insensiblement, tandis qu'une autre se montrerait sur la lèvre postérieure. Ces diverses saillies disparaîtraient en laissant après elles une teinte amarante plus ou moins foncée.

Le col de l'utérus est plus volumineux. Tyler Smith a noté que pendant les règles et dans les premiers jours qui les suivent, la cavité du col est plus dilatée et l'orifice interne plus perméable qu'en dehors de cette époque. Le col et le corps de l'utérus sont augmentés de volume, à un point souvent tel, que ce gonflement, apprécié par le toucher vaginal, a pu en

imposer quelquefois pour un commencement de grossesse, même à des gynécologistes distingués. L'ovaire prend, lui aussi, plus de développement, mais ce développement ne peut être reconnu par le toucher.

Selon Fricke, la température de l'utérus s'élèverait d'une manière à peu près constante, d'une fraction de degré; il en serait de même pour le vagin pendant cette période.

La quantité de sang rendu par les voies génitales, lors de la menstruation, varie suivant les mêmes conditions qui influent sur l'apparition des règles. Les femmes des villes, des pays chauds, les femmes du monde, perdent plus de sang que celles qui se trouvent dans les conditions opposées. Les femmes à tempérament nerveux sont celles qui ont l'écoulement le plus abondant. Suivant Parent-Duchâtelet, l'écoulement menstruel est souvent immodéré chez les filles publiques. Le coït a une influence très-variable, quand il est pratiqué vers l'époque menstruelle: chez certaines femmes, il y a augmentation de l'écoulement, et sa durée est plus longue; chez d'autres, au contraire, il y a suppression.

La moyenne de la quantité de sang perdu par une femme pendant une menstruation est de 4 onces. En pratique, ce n'est pas au poids que cette quantité peut être appréciée, mais au nombre de serviettes salies par la femme pour se protéger. Selon Symes, trois ou quatre serviettes en vingt-quatre heures représentent le nombre à peu près convenable pour une menstruation normale; s'il est nécessaire d'en employer sept ou huit, c'est que le flux est surabondant; s'il en faut une douzaine, ou plus, il y a ménorrhagie.

La durée des règles est très-variable pour chaque femme. Chez 120 femmes sur 600 observées par M. P. Dubois, les règles n'ont jamais présenté la même durée. En général, elles persistent de deux à huit jours, quelquefois moins, un jour, quelques heures. La durée du flux est, le plus souvent, en raison inverse de l'abondance du sang chez le sujet. La suspension peut s'effectuer subitement, sous l'influence d'émotions morales vives, ou du coït, ou du froid.

Les anciens croyaient que le sang des règles était malfaisant, et la menstruation était regardée par eux comme un moyen que la nature emploie pour débarrasser le corps de ses impuretés : de là le nom de purgation donné jadis à l'écoulement menstruel. Le sang des règles peut, il est vrai, déterminer des écoulements uréthraux chez l'homme, mais ces écoulements ne sont que la conséquence d'une inflammation simple du canal de l'urèthre, dépourvue de toute virulence. Selon M. Cullerier même, ce ne serait pas pendant les règles que la blennorrhagie est à craindre, mais un ou deux jours avant leur apparition, ou vingt-quatre ou quarante-huit heures après qu'elles ont disparu. Elle serait plutôt due à l'acrimonie du mucus vaginal à cette époque.

La couleur du sang peut présenter des variations extrêmement nombreuses dans son intensité chez les diverses femmes et chez une même femme, à diverses époques. En général, il est plus pâle chez les femmes

chlorotiques que chez les pléthoriques ; mais la couleur pâle n'indique pas nécessairement que le sang soit anémié, les flueurs blanches pouvant modifier très-notablement la couleur du sang, quand elles sont abondantes.

Examiné au microscope au plus fort de l'éruption, le sang des règles contient : 1° une énorme quantité de globules de sang à l'état normal ; 2° quelques leucocytes ; 3° des cellules d'épithélium pavimenteux, provenant surtout du vagin, des cellules prismatiques et des épithéliums nucléaires provenant de l'utérus. Le tout nage dans du sérum mélangé au fluide muqueux sécrété par les parois des organes génitaux (Robin).

Le sang des règles présente peu de différence avec le sang veineux, si ce n'est peut-être qu'il est plus visqueux, plus épais, et cette propriété tient au mucus qu'il contient. Selon quelques auteurs, le sang menstruel serait moins coagulable que le sang ordinaire, mais ce fait résulte encore ici de son mélange avec du mucus, comme l'ont fait voir MM. Mandl et Raciborski. Quand ce mucus n'est pas trop abondant, il n'est pas rare de trouver des caillots dans le vagin. C'est donc à tort qu'on a cherché à établir le diagnostic d'une perte et d'une menstruation, d'après la propriété que le sang aurait de se coaguler dans un cas, et de rester à l'état liquide dans l'autre.

Le sang des règles a une légère odeur ; il doit cette propriété à son mélange avec les divers liquides qu'il rencontre sur son trajet.

On rencontre quelquefois, dans le sang des règles, des lambeaux membraneux d'une étendue variable ; ils résultent de l'élimination d'une certaine partie de la muqueuse : le microscope permet en effet de reconnaître tous les éléments que celle-ci contient. Quelquefois même la muqueuse de la cavité du corps s'échappe complétement, ayant conservé la forme exacte de cette cavité : elle est triangulaire et munie d'une ouverture qui correspond à l'ouverture supérieure du col, et de deux pertuis indiquant l'origine des trompes. Mais cette exfoliation partielle ou totale de la muqueuse est un fait anormal et ne se produit que dans les cas de dysménorrhée. Suivant M. Coste, l'exfoliation de la muqueuse résulterait d'une congestion trop grande, d'une sorte d'apoplexie de cette membrane. Dans ces cas on trouverait, selon lui, presque toujours du sang extravasé ou en foyer dans le tissu de la membrane expulsée.

Le sang, lors de la menstruation, s'échappe de la muqueuse de la cavité du corps de l'utérus. M. Coste s'est convaincu, sur le cadavre de femmes suicidées, que l'hémorrhagie avait toujours sa source dans le réseau vasculaire superficiel de cette partie de la muqueuse, et qu'elle se faisait par de petites gerçures analogues à celles de la pituitaire, dans les cas d'épistaxis. Selon cet auteur, on voit, sur le trajet des vaisseaux, une multitude de petits points rouges, qui font sur la muqueuse l'effet d'un tatouage récemment pratiqué avec une fine épingle. Le tissu sous-muqueux est injecté, et présente des arborisations très-élégantes qui s'étendent aux tubes glandulaires de la muqueuse. Celle-ci est surmontée en même

temps de nombreux plis qui affectent l'apparence de circonvolutions analogues aux valvules conniventes, mais toujours elle reste lisse, sans exsudation pseudo-membraneuse, contrairement à ce qu'ont pensé quelques auteurs. Par exception, on peut constater une exfoliation de l'épithélium, et, dans ce cas, les tubes glandulaires à nu forment comme une forêt de filaments blancs, qui donnent accidentellement à la face interne de l'utérus un aspect tomenteux remarquable.

On a pu s'assurer, du vivant de la femme, que le sang provenait réellement de l'utérus. M. Villaume (de Metz) parle d'une jeune fille qui avait une antéversion complète de l'utérus, antéversion telle que le museau de tanche s'appliquait très-exactement sur le rectum. A l'époque des règles, l'utérus se gonflait, s'emplissait, et, pour le vider, on était forcé de dégager le col et de presser sur le corps. Dans les cas de prolapsus utérin, on a constaté, *de visu*, que le sang menstruel s'échappait de l'orifice du col. Enfin, dans les cas d'inversion de l'utérus, on a vu le sang suinter de la muqueuse de la cavité du corps. Selon quelques auteurs, le sang s'échapperait surtout du côté de l'utérus en rapport avec l'ovaire, dans lequel s'est déchirée la vésicule de de Graaf.

Quelquefois l'hémorrhagie menstruelle est remplacée par une hémorrhagie d'un autre organe : c'est cette sorte d'écoulement sanguin qu'on a dénommé *menstruatio vicaria*, menstruation supplémentaire. Haller a rassemblé un grand nombre d'exemples où l'hémorrhagie s'était faite par les poumons, l'intestin, le nez, la bouche, la surface des plaies, etc. Denault et Roux l'ont vue à la surface de tumeurs érectiles. D'Outrepont l'a constatée sur un ulcère du bras. M. Jacquemier a signalé le fait très-remarquable, et peut-être unique dans la science, de tumeurs sanguines fluctuantes, se développant d'une manière périodique sur les cuisses et les bras. Enfin, Pinel a rapporté une observation dans laquelle le siége de la déviation changea sept fois sur une jeune fille. Cette déviation des règles paraît coïncider avec le développement d'une vésicule de de Graaf. Ce qui le prouve, c'est qu'on a vu cette anomalie disparaître pendant la grossesse et reparaître un certain temps après l'accouchement (Courty). M. Puech a, de plus, trouvé, à l'autopsie d'une femme qui avait eu peu de temps avant sa mort un écoulement sanguin supplémentaire, les traces d'une déchirure toute récente sur une vésicule.

Il nous reste à signaler maintenant certains phénomènes qui précèdent ou accompagnent la menstruation quand elle est régulièrement établie.

Les grandes lèvres sont souvent le siége d'un prurit désagréable; souvent elles sont rouges, gonflées; M. Joulin a plusieurs fois remarqué sur elles une acné qui précédait les règles de quelques jours. L'apparition des menstrues est précédée presque toujours d'une odeur particulière émanée de la vulve, et tellement caractéristique, qu'on peut toujours prédire, quand elle est perçue, le flux cataménial (Pouchet). Aran, et après lui M. Courty, ont signalé chez beaucoup de femmes de la diarrhée, comme symptôme

prémonitoire des règles, cette diarrhée pouvant apparaître aussi pendant l'époque menstruelle. Presque toujours des envies plus fréquentes d'uriner se font sentir.

Le clitoris entre plus facilement en érection; il est le siége d'une sorte de congestion passive qu'il doit à l'abord d'une plus grande quantité de sang dans tout le système génital. Les seins augmentent de volume; la femme éprouve habituellement de la lassitude et un besoin de dormir, accuse des douleurs dans les aines, les lombes. Chez quelques-unes les pieds se gonflent. Certains sens paraissent, quelquefois, surexcités : l'ouïe est plus vive, la vue plus perçante ; les paupières souvent présentent une coloration bleuâtre sur tout leur pourtour, mais plus prononcée à la partie interne. Le pouls est plus fort, plus accéléré; quelques auteurs ont même admis un pouls de la menstruation (Bordeu). Cette surexcitation de la circulation explique les fréquents saignements de nez, différentes phlegmasies des membranes muqueuses et de la peau, qui apparaissent quelquefois pendant la durée des règles. Souvent la femme se plaint de palpitations; elle soupire, bâille; rarement elle est joyeuse; fréquemment elle est maussade, agacée, capricieuse, acariâtre.

RETOUR PÉRIODIQUE DES RÈGLES. — Les règles reviennent plus souvent dans les pays chauds que dans les pays froids; au dire de Martin Saint-Ange et de Grimaud, les Laponnes ne seraient menstruées qu'une seule fois dans l'année. Dans nos pays tempérés, elles reviennent chaque mois; l'immense majorité des femmes avance, pour nous servir de l'expression vulgaire, c'est-à-dire qu'une femme réglée le 1^er^ du mois ne le sera, en général, la fois suivante, que le 28, ce qui produit treize menstruations par année. Mais, chez une même femme, les intervalles présentent de très-grandes irrégularités. M. Clos a publié l'observation d'une femme qui a noté les époques de ses règles pendant vingt-sept ans. Sur le total général, qui se monte à 293 menstruations, il y eut :

2	intervalles de	.....	24 jours.
13	—	.....	25 —
29	—	.....	26 —
52	—	.....	27 —
72	intervalles de	.....	28 —
36	—	.....	29 —
26	—	.....	30 —
8	—	.....	31 —
7	—	.....	32 —

Quelquefois les règles, au lieu d'avancer, retardent ou ne reviennent même qu'à de rares intervalles. M. Joulin a donné des soins à une jeune femme qui était seulement réglée deux ou trois fois par an, et qui devint enceinte plusieurs fois dans l'intervalle de deux menstruations. Cette dame avait deux sœurs dans les mêmes conditions physiologiques. D'après

Montgomery, l'impression déterminée sur les organes génitaux par les suites naturelles du mariage suspend quelquefois le retour des règles pendant deux ou trois époques consécutives.

Selon Pétrequin (de Lyon), plus l'âge qui correspond à la première éruption des règles est avancé, plus il y a de la tendance à l'irrégularité de cette fonction dans le reste de la vie utérine. M. Raciborski pense que ce fait arrive surtout chez des jeunes filles atteintes de quelques maladies ou de quelques prédispositions morbides, chlorose, scrofule. Quand il s'agit de jeunes filles jouissant d'une bonne santé, l'apparition tardive des règles n'aurait, d'après ce dernier auteur, aucune influence, dans l'avenir, sur leur régularité.

En général, les grossesses heureuses, non suivies d'accidents inflammatoires du côté des ovaires, exercent une influence favorable sur la menstruation, régularisent sa marche et entretiennent la fonction de l'ovulation (Raciborski).

MM. P. Dubois, Pajot, Courty, ont signalé un écoulement sanguin dans l'intervalle de deux menstruations. Cet écoulement est en général moins abondant, moins prolongé, que celui qui correspond aux époques ordinaires, quoique cependant franchement périodique comme celui-ci. M. Négrier pense que, lorsque la menstruation se reproduit tous les quinze jours, cela tient à ce que les deux ovaires fonctionnent alternativement. M. J. Tilt admet que, dans ces cas, il y a quelque affection de l'utérus ou de l'ovaire.

Les anciens, sur la parole d'Aristote, croyaient à l'influence de la lune sur l'apparition des menstrues. Cette idée, de nos jours, est encore acceptée par quelques auteurs, entre autres par MM. Strohl, Schweig et Clos. Pour M. Strohl, ce serait surtout dans la période du premier quartier qu'apparaîtraient les règles. Pour M. Schweig les règles reviendraient après un intervalle coïncidant avec la révolution anomalistique de la lune (temps que la lune met à passer du périgée au périgée, c'est-à-dire d'un point au même point). Enfin, d'après M. Clos, ce serait surtout dans la pleine lune et le dernier quartier que les règles surviendraient. Les divergences entre ces auteurs suffiraient à elles seules pour faire voir le peu de valeur qu'on doit accorder à l'influence lunaire sur la réapparition des menstrues. Mais en dehors de cette considération, il est bien certain qu'il n'y a pas de jours du mois où les règles, chez les femmes, ne puissent survenir.

DE LA CESSATION DES RÈGLES (*âge climatérique, âge de retour, ménopause*). — Quand la menstruation est près de se terminer, les époques, chez certaines femmes, deviennent irrégulières, le sang est de moins en moins abondant, puis l'écoulement ne reparaît plus; chez d'autres, et c'est là le cas le plus fréquent, la cessation de la menstruation est annoncée par des pertes abondantes dont la durée est fort variable. Ces pertes sont, en général, une cause très-grande d'inquiétude, à laquelle s'ajoute l'idée, idée que toutes les femmes possèdent, qu'à cette période de

leur vie, vulgairement appelée critique, elles sont plus sujettes aux maladies dangereuses. C'est là une erreur. M. Constant Saucerotte a prouvé, par des recherches statistiques faites sur une très-grande échelle, que la mortalité est plus grande chez les femmes entre l'âge de trente à quarante ans, que de quarante-cinq à cinquante ans, pour ce qui concerne les maladies utérines. Lisfranc a prétendu, avec raison, que c'est entre l'âge de vingt-cinq à trente-cinq ans, que commencent le plus grand nombre des affections de la matrice. Ce résultat a été confirmé par M. Raciborski. Les polypes utérins, d'après Malgaigne, se verraient surtout de trente à quarante ans. Enfin, d'après M. Lebert, Duparcque, Dugès et madame Boivin, le cancer de la matrice serait moins fréquent après la ménopause qu'avant.

Il ne faut point cependant croire que la disparition des règles n'entraîne pas quelquefois avec elle des inconvénients pour la femme. La suppression de cet écoulement périodique augmente sans aucun doute la quantité de sang contenu dans l'appareil circulatoire, de là la tendance à la pléthore, aux congestions cérébrales, aux hématuries, aux hémorrhoïdes, à la goutte. Ajoutons que, chez un grand nombre de femmes, surviennent des troubles nerveux, vagues, mobiles, des plus singuliers, quelquefois aussi des plus inquiétants, appartenant à cet ordre de phénomènes nerveux designés par quelques auteurs sous le nom de *névropatie protéiforme*, de *névrosisme*. La ménopause réclame donc quelques précautions pour éviter ces troubles nerveux et congestifs, et ces précautions consistent surtout à remplacer, pendant quelque temps au moins, l'écoulement sanguin périodique par une hypersécrétion intestinale obtenue à l'aide des purgatifs.

Il faut bien savoir aussi qu'en l'absence de toute précaution hygiénique, beaucoup de femmes, comme l'ont remarqué Fothergill d'abord, et M. Raciborski ensuite, se portent mieux après la cessation des règles que pendant toute la période menstruelle de leur vie. De ce nombre sont surtout les femmes délicates qui étaient abondamment réglées : ces hémorrhagies mensuelles affaiblissaient la constitution de ces femmes, qui se trouvent bien alors de leur cessation.

Quand les règles ont disparu, les grandes lèvres se flétrissent, la vulve perd sa teinte rosée, elle prend une teinte lie de vin, le clitoris est moins excitable. Les poils du pubis blanchissent et tombent, les mamelles s'affaissent. Chez beaucoup de femmes, la barbe apparaît, la voix devient plus forte, les caractères extérieurs de la sexualité semblent s'éteindre. Chez les femmes honnêtes, le caractère, les habitudes restent généralement les mêmes, à moins qu'elles ne soient atteintes de ces troubles nerveux dont nous avons parlé il y a un instant. Il n'en est plus de même chez les débauchées ; celles-ci deviennent souvent méchantes, acariâtres, souvent aussi elles s'adonnent aux liqueurs alcooliques, au jeu, à la bonne chère.

En même temps que ces changements se réalisent chez la femme, l'ovaire et l'utérus se modifient profondément dans leur constitution. La trame de l'ovaire s'atrophie, les parois des ovisacs deviennent fibreuses

et s'épaississent notablement. Le liquide qu'ils contenaient se résorbe graduellement, finit même par disparaître totalement; la cavité s'efface, les vaisseaux des parois disparaissent et la vascularité de l'ovaire diminue. Enfin, quelquefois, les ovisacs sont envahis par des granulations calcaires (Ordoñez). Du côté de l'utérus, le col s'oblitère ou tend à s'oblitérer, diminue de longueur; le corps s'atrophie, les artères utérines s'incrustent de concrétions calcaires, les veines utérines deviennent variqueuses.

L'âge auquel arrive la ménopause est variable. Pour Brierre de Boismont, il serait de quarante-cinq ans, pour MM. Raciborski et Dechambre de quarante-six ans, pour M. Faye de quarante-huit ans. Mais la ménopause peut survenir chez certaines femmes beaucoup plus tôt ou beaucoup plus tard. Menville de Ponson cite des femmes qui ont perdu leurs règles à vingt-deux, vingt-six, vingt-huit, trente ans; Bernstein et Blancaart en citent qui les ont conservées jusqu'à quatre-vingts, quatre-vingt-dix et cent six ans.

D'après M. Raciborski, plus une fille est précoce, plus elle est prédisposée à avoir beaucoup d'enfants, et plus la ménopause arrivera à un âge avancé. Pour cet auteur, la durée de la période menstruelle paraît osciller, dans les différents pays de l'Europe, entre vingt-neuf ans dix-sept jours et trente-deux ans dix mois treize jours. Ce qui constitue un intervalle de trois ans neuf mois et vingt-six jours.

L'apparition de l'époque de la ménopause varie avec les climats; le tableau suivant, emprunté à M. Émile Bertin, le prouve :

Pays.	Auteurs responsables.	Age moyen de la cessation des regles.
Norvége.....	Faye.....	48 07
Pologne.....	Lebrun.....	47 05
France.....	Raciborski et Brierre....	45 46
Indes.....	Cerise.....	32 50
Java.....	Gérard.....	30 00
Portugal.....	Roderic.....	50 00

On voit par ce tableau que l'époque de la ménopause survient d'autant plus tôt qu'on avance davantage vers le sud, en faisant abstraction toutefois du Portugal.

On connaît peu les causes particulières qui peuvent hâter la ménopause. Nous en signalerons toutefois une importante sur laquelle M. Lancereaux a appelé l'attention, nous voulons parler de l'alcoolisme. Cette cause intervient en favorisant l'atrophie des ovaires, surtout dans leur portion glandulaire.

CAUSE DE LA MENSTRUATION. — Nous avons vu déjà que la cause de la menstruation résidait dans le travail ovarique qui s'accomplit périodiquement, travail qui a pour résultat le développement et la rupture d'une ou de plusieurs vésicules. Ce sont les preuves que nous proposons de développer ici. Nous les trouverons : 1° dans l'examen des ovaires chez des

femmes mortes quelques jours après la menstruation ; 2° dans les expériences faites sur les animaux et certaines opérations faites chez la femme ; 3° dans l'examen des ovaires de jeunes filles et de vieilles femmes ; 4° dans certains faits pathologiques.

1° *Examen des ovaires après la menstruation et le rut.* — Si l'on examine les ovaires d'une femme morte quelques jours après la menstruation, il est bien rare qu'on ne trouve point une vésicule de de Graaf rompue. Si l'œuf s'est échappé depuis peu de temps, celle-ci s'est affaissée sur elle-même et contient une quantité variable de sérosité, quelquefois un peu de sang. Si la rupture s'est effectuée depuis un certain nombre de jours, on retrouve tous les caractères d'un corps jaune. Ces observations paraissent donc bien démontrer que la menstruation se relie essentiellement au développement et à la rupture d'une vésicule. Mais, quelquefois, l'examen de la surface de l'ovaire a montré que la vésicule de de Graaf, quoique développée, n'était pas déchirée : chez une femme qui s'était précipitée dans la Seine cinq jours après la cessation de l'écoulement menstruel, M. Coste a trouvé sur l'ovaire droit une vésicule tellement distendue, qu'une légère pression suffit pour la faire éclater. D'autre part, il est arrivé qu'on n'a pas toujours trouvé à la surface de l'ovaire la trace d'un travail d'ovulation récent, chez des femmes mortes peu de temps après les règles. M. Coste, ayant eu l'occasion d'examiner les ovaires d'une jeun fille vierge morte quinze jours après la menstruation, trouva bien à côté de vésicules de de Graaf, fort développées, des traces de corps jaunes, mais ces corps jaunes étaient trop avancés pour qu'on pût raisonnablement les rapporter aux dernières règles. Godard a vu, sur une jeune fille de seize ans, morte de fièvre typhoïde pendant que ses règles apparaissaient pour la première fois, qu'il n'existait aucune saillie vésiculeuse ni aucun corps jaune à la surface de l'ovaire. Enfin, chez des femmes qui n'avaient été réglées qu'un nombre limité de fois, on n'a pas rencontré autant de cicatrices que de menstruations antécédentes. Sur une femme qui depuis trois ans avait ses règles, Godard ne trouva qu'une seule cicatrice, qui correspondait aux règles qui avaient eu lieu quinze jours avant la mort. Nous avons vu déjà que Girdwood n'avait observé que 34 cicatrices sur les ovaires d'une femme qui avait eu 36 menstruations, et 22 sur une autre femme qui avait été réglée 24 fois. Ces faits infirment-ils, comme l'ont pensé certains auteurs, les rapports qui existent entre le travail ovarique et la menstruation? Nous ne le pensons pas. Et en effet, dans la première observation de M. Coste, ce travail était manifeste, seulement il n'avait pas abouti à la rupture de l'ovisac, et malgré cela la menstruation n'en avait pas moins eu lieu. Dans la première observation de Godard, aucune saillie vésiculeuse ni aucune cicatrice n'existaient à la surface de l'ovaire, mais on trouva dans la portion corticale de cet organe une vésicule de la grosseur d'une petite cerise. Quant aux autres observations, si un travail récent d'ovulation n'a pu être constaté, il est bien permis de croire qu'il a pu échapper à l'investigation.

Il peut se faire aussi que l'écoulement menstruel ne se fasse point, quoique le travail ovarique se réalise. Négrier a rencontré des cicatrices sur des ovaires de jeunes filles qui n'avaient point eu encore leurs règles. M. Gubler a cité l'observation d'une jeune femme de vingt-trois ans qui n'avait jamais été menstruée, et qui cependant portait sur l'ovaire gauche onze cicatrices et six sur le droit. L'ovaire gauche en offrait une toute récente, et la vésicule renfermait encore un petit caillot gros comme une lentille. Or, dans ces cas, il y a tout lieu de penser que l'excitation de l'ovaire par la vésicule dilatée n'a pas été suffisante pour provoquer l'écoulement menstruel.

L'examen de l'ovaire chez les animaux peu après l'époque du rut s'accorde avec ce qu'on voit de plus général chez la femme. On trouve dans cet organe un certain nombre de vésicules de de Graaf rompues, et, dans les trompes, un nombre d'œufs en général égal à celles-ci. Cependant il peut arriver aussi que quelques vésicules n'arrivent pas à leur développement complet et ne se rompent pas. M. Coste s'est assuré de ce fait plusieurs fois, sur des lapines en chaleur qu'on avait soustraites au mâle, au moment de l'accouplement. Que deviennent alors ces vésicules? M. Coste pense que le liquide qu'elles renferment se résorbe. M. Courty est porté à croire que ces vésicules, arrêtées dans leur développement, se transforment en corps jaunes. Enfin, selon M. Raciborski, ces vésicules, arrêtées dans leur développement, pourraient bien devenir, dans un certain nombre de cas, l'origine de kystes ovariques. Jusqu'ici, toutefois, on n'a pas de preuves certaines que ces capsules ovariennes continuent à se développer et soient la cause d'une menstruation suivante.

2° *Expériences faites sur les animaux et opérations faites sur la femme.* — Chez les animaux, pour annuler le rut, il suffit d'enlever les ovaires. Si au contraire on enlève l'utérus en laissant les ovaires, le rut n'est pas aboli ; ce sont là des preuves bien évidentes que le rut, l'analogue de la menstruation, est la conséquence d'un travail qui se passe dans ses organes.

Chez les femmes, l'ablation des deux ovaires a été pratiquée un certain nombre de fois, surtout depuis que l'ovariotomie s'est répandue d'une façon remarquable dans toutes les parties du monde. Or, à la suite de cette opération, la disparition, de la menstruation est la règle. Percival Pott rapporte le fait suivant : Une femme portait aux aines deux tumeurs si douloureuses, qu'elles la mettaient dans l'impossibilité de travailler. L'extirpation fut décidée. Après qu'on eut incisé la peau et les tissus sous-cutanés, on découvrit un sac membraneux, où se trouvait un corps ressemblant à l'ovaire ; on en fit la ligature et on le coupa. La même opération fut faite du côté opposé. Cette femme guérit, mais ses règles, qui avaient coulé jusqu'alors avec une grande régularité, n'ont pas reparu. Les seins, fort volumineux auparavant, se sont affaissés ; elle est devenue maigre et a pris une apparence plus musculaire. M. Roberts a rencontré, dans l'Asie centrale, des vestiges de la cruauté des anciens rois de Lydie,

qui châtraient les femmes pour les préposer à la garde du sérail. Ces femmes, appelées Hedjeras, n'avaient ni gorge ni mamelon, elles présentaient quelque chose de viril dans l'attitude comme dans la voix. Le pubis était complétement privé de poils ; il n'y avait point d'écoulements menstruels, point de désirs vénériens. Frédérick Bird a constaté, chez une femme qui subit une double ovariotomie pour une dégénérescence des ovaires, que la menstruation ne s'était point rétablie. Mais, à côté de ces faits, il en est d'autres qui semblent les contredire. M. L. Le Fort a rapporté dans la *Gazette hebdomadaire* le cas d'une femme à laquelle on avait extirpé l'utérus et ses annexes, et qui avait encore ses règles. M. Kœberlé, de son côté, a rapporté l'observation d'une femme à qui il avait enlevé les deux ovaires ; la menstruation a continué régulièrement, et était accompagnée des symptômes généraux habituels : douleurs dans les reins, sensation de pesanteur dans le bas-ventre, fatigue physique et morale. Dans un cas (communication orale), après l'ablation des ovaires et du corps de l'utérus, les règles continuaient encore à se faire par le col. Enfin, M. Storer, professeur américain, a rapporté dans les *Archives de physiologie* de MM. Charcot et Vulpian, deux observations dans lesquelles il est dit que les règles ont persisté chez une femme à la suite d'une double ovariotomie, chez une autre à la suite de l'ablation non-seulement des deux ovaires, mais de presque tout l'utérus. Mais on peut se demander si, dans ces cas, on a enlevé réellement les ovaires, comme on l'a cru. Comment du reste admettre que, dans les cas où, le corps de l'utérus ayant été enlevé avec les ovaires, l'hémorrhagie se faisait par le col, ce soit là de véritables règles, quand il est bien avéré que l'écoulement menstruel physiologique ne se fait pas par le col. Ces observations sont, du reste, trop opposées à une multitude d'autres, pour qu'on puisse leur accorder une bien grande valeur. Ajoutons que Morgagni, Simon, Pott, Pearson, Renauldin, ont remarqué que la menstruation ne s'établissait jamais chez les sujets manquant congénitalement d'ovaires. Ajoutons encore que Oldham, Morel-Lavallée, ont constaté, à chaque époque menstruelle, le gonflement de l'ovaire, dans certains cas où cet organe faisait hernie à travers un des anneaux abdominaux. Ce serait même là, soit dit en passant, un bon signe pour le diagnostic de cette sorte de hernie si exceptionnelle.

3° *Examen des ovaires de jeunes filles et de vieilles femmes.* — Dans la généralité des cas, chez les jeunes filles avant l'âge de douze à quinze ans, chez la femme après quarante-cinq, cinquante ans, l'examen des ovaires ne démontre pas de vésicules ovariennes notablement développées, et cette absence de vésicules en voie de développement coïncide avec l'absence de menstruation. Mais ici encore nous avons des faits qui paraissent infirmer ce rapport. Ainsi, nous avons vu qu'il y avait des menstruations précoces à l'âge de deux, cinq, dix ans. Serait-ce donc que la menstruation est dans ces cas indépendante d'un travail ovarique? Nous ne le pensons pas ; on a cité, en effet, des exemples de grossesse à un âge

peu avancé. M. Symes dit avoir vu à Boston une jeune fille enceinte à dix ans et qui était réglée déjà depuis quelque temps. Carus a rapporté l'observation d'une femme qui commença à être réglée à deux ans, et qui devint grosse à huit ans. Cette femme avait toujours joui d'une bonne santé, et est morte à un âge avancé. Ces observations démontrent, d'une façon bien évidente, que le développement des vésicules de de Graaf et la chute de l'ovule peuvent se faire d'une manière prématurée, et entraîner avec eux l'apparition des menstrues. Nous croyons même que cette précocité est assez fréquente. Ainsi, sur sept jeunes enfants de deux ans dont nous avons examiné les ovaires, nous avons rencontré deux fois des vésicules de de Graaf très-développées, aussi volumineuses qu'un grain de chènevis, et contenant, chacune dans leur intérieur, un œuf ayant presque le volume d'un œuf d'une femme de vingt-cinq ans, que nous avions alors sous nos yeux. Dans un ovaire d'un de ces sept sujets, nous avons même pu distinguer nettement trois corps jaunes, dont deux avaient un aspect franchement cicatriciel ne faisant pas de saillie à l'extérieur; le troisième faisait une saillie assez notable, et était plissé dans son intérieur. M. Raciborski, avant nous, avait déjà, du reste, signalé cette précocité remarquable du développement des vésicules. « En examinant, dit-il, les ovaires de petites filles mortes à l'hôpital des Enfants assistés, nous en avons rencontré un appartenant à un enfant venu au monde à sept mois, qui renfermait déjà un follicule de de Graaf, parfaitement formé, visible à l'œil nu. »

Comme les ovaires que nous avons examinés nous ont été apportés de l'hospice des Enfants malades, sans renseignements sur les sujets qui les présentaient, nous ne pouvons point dire si le développement des ovisacs, constaté chez quelques-uns, ou même leur rupture, avait donné lieu à quelque écoulement sanguin. Mais l'absence d'hémorrhagie aurait-elle eu lieu, qu'on ne pourrait pas en inférer que la menstruation est indépendante du travail ovarique. Pour que la fonction menstruelle s'accomplisse, il faut que l'appareil qui la dessert ait acquis un certain développement, que la sensibilité de l'ovaire, le pouvoir réflexe de la moelle, la contractilité de l'utérus, des ligaments larges, soient parvenus à un certain degré, degré qui est atteint seulement avec l'âge. Mais on conçoit aussi que, dans des cas exceptionnels, l'appareil de la menstruation réunisse de bonne heure toutes les conditions voulues pour réagir sous l'influence d'une évolution précoce d'une vésicule, et l'on comprend ainsi l'apparition des règles chez des enfants souvent très-jeunes.

Il ne faudrait pas croire cependant que toute hémorrhagie par les voies génitales, chez les jeunes enfants, doive être rapportée à une évolution de vésicules de de Graaf; certains enfants peuvent être prédisposés aux congestions hémorrhagiques, et ces congestions peuvent affecter de préférence la muqueuse utérine. Ainsi M. Gendrin a connu une famille dans laquelle toutes les filles ont été atteintes, dans trois générations, d'hémorrhagies utérines revenant irrégulièrement de l'âge de six à huit ans; une

seule fille en a été exempte, mais elle a eu des épistaxis fréquentes qui n'ont cessé que deux ans après l'établissement des règles, arrivé à seize ans. Il est bien certain qu'en pareil cas, l'écoulement sanguin tient à une prédisposition hémorrhagique, puisque cette prédisposition affecte d'autres muqueuses que la muqueuse utérine. De plus, ces sortes d'écoulements manquent de cette périodicité régulière qui caractérise la vraie menstruation.

Si des femmes qui ont dépassé l'âge de quarante-cinq, cinquante ans, cessent en général d'être menstruées, il en est aussi quelques-unes chez lesquelles la menstruation persiste encore à un âge avancé, comme nous l'avons déjà vu. Parmi ces femmes, assurément un certain nombre n'ont que de simples hémorrhagies plus ou moins périodiques, entretenues par quelques lésions des organes génitaux ou du cœur, sans que le travail ovarique doive être mis en cause. Scanzoni rapporte l'autopsie de deux femmes encore réglées, l'une à l'âge de cinquante et un ans et l'autre à l'âge de soixante-quatre ans, à l'autopsie desquelles il trouva, chez la première deux polypes muqueux de l'utérus, chez la seconde une affection cardiaque. Toutes deux présentaient des ovaires atrophiés, sans trace de vésicules. Mais il est à remarquer que dans ces deux cas la périodicité n'était point régulière ; ce sont donc là de simples hémorrhagies revenant de temps à autre. Mais, chez les femmes qui ont dépassé cinquante ans, ayant leurs règles presque aussi périodiquement qu'à l'âge de vingt, trente ans, sans plus de durée, sans plus d'abondance de sang, sans aucun trouble d'une fonction quelconque, il est probable que les règles coïncident avec le développement et la rupture d'une vésicule de de Graaf. A la vérité, ce développement n'a jamais été constaté, mais il est incontestable, et ce qui le prouve, ce sont les faits bien avérés de grossesse à un âge avancé. Capuron déclare comme certain qu'une femme demeurant à Paris, rue de la Harpe, accoucha à soixante-trois ans d'un enfant qu'elle nourrit. M. Symes rapporte le fait d'une négresse qui devint grosse à soixante ans et nourrit son enfant ; il signale encore deux exemples de parturition à l'âge de cinquante-deux ans. Renauldin parle d'une grossesse à soixante et un ans ; cette femme avait perdu ses règles dix ou douze ans avant cette grossesse. Enfin, d'après le docteur Tilt, de 1831 à 1835, il y a eu à Londres 483,613 accouchements. Sur ce nombre, il y a eu 7022 femmes dont la dernière couche arrivait entre quarante-cinq et cinquante ans, et 167 qui sont accouchées après cinquante ans.

Il est donc bien certain que, chez certaines femmes, l'époque de la ménopause peut être même notablement reculée, le travail ovarique persistant jusqu'à un âge avancé.

4° *Faits pathologiques.* — Dans tous les cas morbides où l'on a constaté la disparition des vésicules de de Graaf, les menstrues faisaient défaut. Que la lésion soit une atrophie, comme dans certains cas de phthisie avancée, que ce soit une dégénérescence cancéreuse ou kystique, l'absence des ovisacs due à ces altérations entraînait toujours avec elle la

cessation de la menstruation. Il faut toutefois que les deux ovaires soient altérés, et altérés dans toute leur étendue, car, si une portion de ces organes conserve sa structure normale, l'évolution des vésicules contenues dans cette portion peut encore provoquer la menstruation.

Tous les faits que nous venons de passer en revue s'accordent donc pour démontrer que la menstruation est la conséquence du travail ovarique, travail duquel dépendent le développement et la rupture d'une vésicule de de Graaf. Et les faits qui paraissent contradictoires à cette opinion trouvent en réalité leur explication dans certaines anomalies que peut présenter l'ovulation spontanée, celle-ci pouvant se faire prématurément chez la jeune fille, pouvant cesser tardivement chez la vieille femme, pouvant ne pas s'achever à chaque époque menstruelle chez la femme adulte. Nous ne croyons donc pas que la menstruation, dans aucune circonstance, puisse s'établir spontanément en dehors de tout travail ovarique, ou s'entretenir en vertu d'une sorte d'habitude que l'organisme a contractée après que l'ovulation a cessé de se faire sous une influence quelconque, comme quelques auteurs le pensent.

MÉCANISME DE LA MENSTRUATION. — Il y a quelques années à peine, la seule théorie raisonnable qui était admise était la suivante : Par suite d'un afflux plus considérable de sang dans l'ovaire par les artères ovariennes, pendant le développement d'une vésicule, les artères utérines, communiquant avec ces dernières, recevaient elles-mêmes une quantité plus considérable de liquide; de là des ruptures dans les vaisseaux les moins bien soutenus, c'est-à-dire dans les capillaires superficiels de la muqueuse de l'utérus. Mais il était difficile de croire que dans cette circonstance la tension sanguine pût toujours, à chaque époque menstruelle, devenir assez considérable pour provoquer des ruptures. La découverte de nombreuses fibres musculaires contenues dans l'intérieur des ligaments larges, englobant pour ainsi dire tous les vaisseaux qui s'y trouvent, a conduit M. Rouget, l'auteur de cette découverte, à regarder ces muscles comme les agents actifs principaux de la menstruation. Consécutivement à l'impression produite sur les filaments nerveux de l'ovaire par la vésicule de de Graaf qui se dilate, ces faisceaux charnus, et ceux de l'utérus, sans doute, se contractent; en se contractant, ils compriment les veines qu'ils enlacent, et opposent ainsi un obstacle à la circulation veineuse, sans nuire à la circulation des artères, qui sont suffisamment petites et résistantes pour échapper aux effets de cette compression. De cette difficulté dans la circulation du sang en retour, résulte nécessairement une augmentation de pression; de là des déchirures dans les vaisseaux utérins les plus fins et les moins bien soutenus par les parties voisines, de là une hémorrhagie qui ne cesse que quand la vésicule ovarienne a quitté l'ovaire et est arrivée dans la trompe.

Les ligaments larges, le corps de l'utérus, représentent, dans cette opinion, un véritable appareil érectile, dans lequel il faut comprendre aussi l'ovaire, comme nous le verrons bientôt. Dans l'utérus et dans l'ovaire,

en effet, on rencontre des artères contournées sur elles-mêmes en tire-bouchon et supportées par des pédicules qui partent des troncs principaux (artères hélicines). Dans ces organes et dans les ligaments larges, on trouve une disposition veineuse plexiforme des plus remarquables. Enfin ces plexus sont entourés par un grand nombre de faisceaux musculaires. Or, ce sont là les trois caractères importants de tout appareil érectile, caractères que nous avons déjà constatés dans l'appareil érectile de l'homme.

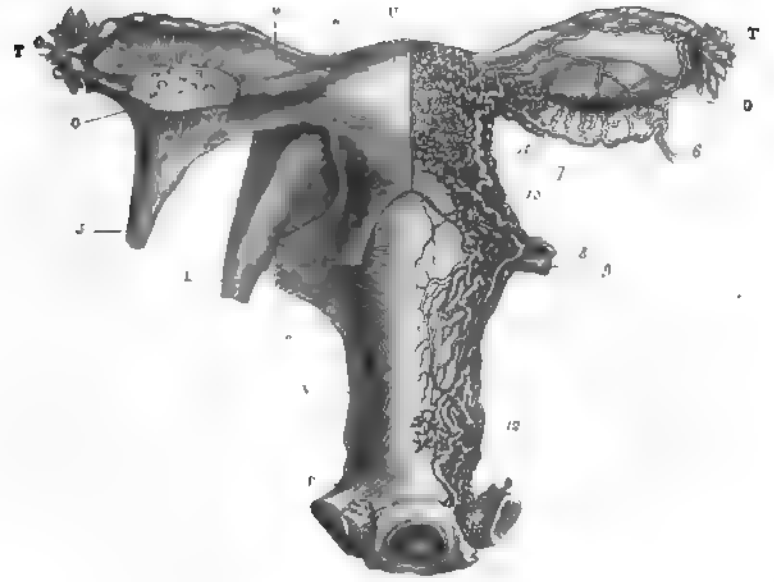


Fig. 44. — Muscles extrinsèques et vaisseaux de l'appareil générateur, d'après M. Rouget (*).

Il est facile dès lors de concevoir que l'hémorrhagie menstruelle doit différer par son mécanisme des hémorrhagies qui s'effectuent souvent lors d'un état congestif ou inflammatoire de la muqueuse utérine. Dans ces cas, les vaisseaux capillaires de celle-ci, sous l'influence d'une cause irritative quelconque, se laissent distendre outre mesure jusqu'à la rupture, sans qu'aucun obstacle soit placé sur le trajet du sang veineux. Il est probable aussi que c'est en entretenant par leur présence la congestion de la muqueuse, que les polypes utérins deviennent si souvent cause de métrorrhagies persistantes.

(*) L'utérus et le vagin sont vus par la face postérieure : T,T, trompes; O,O, ovaires; U, utérus, V, vagin ; P, pubis et faisceaux musculaires du vagin qui s'y inèrent ; L, ligament rond antérieur.

1, 2, faisceaux musculaires du vagin provenant de la symphyse sacro iliaque ; 3, 4, ligament de l'ovaire ; 5, ligament rond supérieur, ou lombaire, qui accompagne et enveloppe les veines ovariques; 6, artère ovarienne avec ses artères hélicines ; 7, veine ovarique communiquant avec le plexus veineux utérin ; 8, artère utérine ; 9, veine utérine ; 10, plexus utérin, 11, branche de l'artère utérine munie de ses artères hélicines ; 12, plexus vaginal.

But de la menstruation. — Quand on songe à la singularité de cet écoulement menstruel, qui ne se produit qu'à certaines époques, qui n'existe chez la femme que pendant un temps limité de son existence, qui disparaît pendant la grossesse, on se demande naturellement quel est le but de cet écoulement. Il n'est donc pas étonnant que cette question ait préoccupé un grand nombre de savants. Aristote, Galien, Stahl, Haller, Barthez, pensaient que la femme était de sa nature pléthorique, et qu'elle se débarrassait par la menstruation du sang qui était en surplus dans l'économie; la menstruation était en quelque sorte, aux yeux de ces auteurs, un régulateur de la composition normale du sang, et si elle cessait lors de la grossesse, c'est que la portion en excès de ce liquide devait pourvoir à la nutrition du fœtus. Il est inutile, pensons-nous, de discuter aujourd'hui de pareilles assertions. Qu'il nous suffise de dire que le sang de la femme est moins riche que le sang de l'homme, et que pendant la grossesse il est moins riche qu'en dehors de cet état.

On a dit que la menstruation préservait la femme des phénomènes du rut, auquel les femelles des animaux sont sujettes. Mais la menstruation est la même chose que le rut ; le rut préserverait donc du rut? Si l'on veut dire qu'elle préserve la femme du désir des rapprochements sexuels, c'est là une erreur. Les animaux, du reste, qui ont pendant cette époque un écoulement de sang par les parties génitales, sont précisément les plus lascifs.

D'après une opinion fort ancienne, la menstruation aurait pour but d'évacuer de l'organisme des principes nuisibles, de nature fermentescible; mais l'analyse, souvent faite, du sang menstruel, n'a jamais démontré l'existence de principes différents de ceux qui se trouvent dans le sang artériel.

Sans s'expliquer sur la nature des matériaux particuliers expulsés par l'écoulement menstruel, Aran admet, lui aussi, que la menstruation est une véritable excrétion, remplissant à ce titre un rôle des plus importants dans l'économie. Il se fonde : 1° sur ce que, si la menstruation n'a pas lieu, il peut en résulter de graves accidents; 2° sur ce qu'il n'existe d'écoulement sanguin, par les parties génitales, que chez les femmes et quelques espèces de singes ; 3° sur les différences que présentent l'homme et la femme au point de vue de la quantité de carbone qu'ils brûlent; 4° sur les troubles qui apparaissent dans l'organisme lorsque la fonction menstruelle s'établit et se régularise; 5° sur le soulagement apporté à la femme non menstruée depuis un certain temps, quand une petite quantité de sang commence à réapparaître.

Toutes ces raisons sont faciles à réfuter.

1° Il est bien certain que l'absence de menstruation n'entraîne pas autant d'inconvénients que semble le dire Aran. On a vu, en effet, des femmes vivre fort longtemps sans avoir été jamais menstruées; de plus, l'absence de la menstruation consécutive à des opérations de double ovariotomie n'a jamais paru avoir aucune conséquence fâcheuse sur la santé de la femme.

2° L'espèce de privilége dont jouissent la femme et certains singes, d'être réglés, ne nous paraît guère plaider en faveur de la thèse soutenue par Aran; car on se demande en vain la raison d'un tel privilége, à moins d'admettre que le sang de la femme et du singe soit plus impur que celui des autres animaux.

3° Les changements que le sexe introduit dans la quantité de carbone brûlé n'ont pas non plus à nos yeux grande valeur dans cette question. On sait, d'après les belles recherches de MM. Andral et Gavarret sur la respiration (voyez FONCTION DE RESPIRATION), que chez l'homme la quantité de carbone brûlé augmente jusqu'à l'âge de trente ans, tandis que, chez la femme, à partir de l'établissement de la menstruation et tant que dure la période de la vie sexuelle, la quantité de carbone est toujours la même et s'éloigne peu de la moyenne. C'est en envisageant ces résultats qu'Aran se demande : « A quoi peut tenir cette grande différence dans la consommation du carbone chez l'homme et chez la femme, si ce n'est que, chez cette dernière, la balance est rétablie par l'écoulement menstruel? » Mais, comme le fait observer avec raison Raciborski, rien ne prouve que cette diminution du carbone fût un besoin réel pour l'organisme, et que pour mieux en assurer l'exécution, la nature eût eu besoin d'établir pour cela une fonction spéciale.

4° Les désordres locaux et généraux qui surviennent quelquefois chez la jeune fille lors de l'établissement des règles, ne sont point, comme le pense Aran, provoqués par une sorte d'effort de l'organisme pour se débarrasser, la première fois, des matériaux qui lui sont nuisibles; mais ils sont la conséquence du travail qui se passe dans l'ovaire, et qui retentit sur la plupart des fonctions, notamment sur celle d'innervation.

5° Enfin, si des femmes malades et non menstruées depuis un certain temps sont soulagées par la perte d'une certaine quantité de sang, serait-elle insignifiante, c'est que cette perte coïncide avec une amélioration d'un état général ou local, état qui a provoqué la cessation des règles.

Pour toutes ces raisons, nous ne pouvons admettre que l'écoulement menstruel soit une fonction pour laquelle *tout a été prévu et combiné d'avance* (Aran), et nous nous rangeons de l'avis de ceux qui regardent cette hémorrhagie comme un accident dû à la résistance insuffisante que les capillaires de la muqueuse opposent à la pression à laquelle ils sont soumis par le sang, lors du développement d'une vésicule ovarienne.

Si l'hémorrhagie menstruelle ne paraît être d'aucune utilité pour l'organisme, il n'en est pas de même de l'état congestif des vaisseaux de l'appareil urétro-ovarien qui l'accompagne. Il est certain, en effet, comme nous le verrons bientôt, que cet état congestif est d'une grande importance pour la maturité de la vésicule de de Graaf et la chute de l'ovule. Si, d'autre part, on réfléchit que l'ovule, constitué par une simple vésicule, doit, peu après sa fécondation, se greffer sur la muqueuse utérine, et

emprunter à celle-ci, par un simple phénomène endosmotique, les premiers matériaux de son développement, on sera porté, avec M. Verneuil, à regarder la menstruation comme destinée à apporter à la muqueuse utérine une plus grande quantité de suc, et à assurer ainsi la vitalité et le développement de l'ovule dans les premiers temps de la fécondation.

INFLUENCE DES MALADIES SUR LA MENSTRUATION, ET RÉCIPROQUEMENT.

Conséquence du travail ovarique qui aboutit à la chute de l'œuf, la menstruation est soumise à toutes les irrégularités que ce travail peut présenter. Or, ces irrégularités, dans la généralité des cas, n'apparaissent point spontanément; elles s'effectuent sous l'influence de certains états morbides qui affectent, soit les organes internes de la génération, soit d'autres organes placés en dehors de la sphère génitale.

Notre intention, dans ce chapitre, est de passer rapidement en revue les perturbations auxquelles peut être soumise la fonction menstruelle sous l'influence des maladies, et de chercher à voir de plus, si, réciproquement, certaines maladies peuvent être influencées par la menstruation.

MALADIES DES OVAIRES. — Déjà nous avons vu que toute maladie de l'ovaire qui aboutissait à son atrophie ou à sa désorganisation, suspendait à tout jamais la menstruation ; il est nécessaire toutefois que l'atrophie et la désorganisation soient totales, car, s'il reste une petite portion d'ovaire saine, des vésicules de de Graaf peuvent encore se développer et entretenir l'écoulement menstruel.

Le travail ovarique, de son côté, est quelquefois la cause de certaines maladies de l'ovaire. Selon M. Raciborski, la congestion de l'ovaire, lors de la menstruation, pourrait, dans certains cas, atteindre le degré phlegmasique, et amener ainsi une ovarite, à laquelle il a donné le nom de menstruelle. Il est probable aussi qu'un grand nombre de kystes sont dus au développement exagéré de vésicules ovariennes.

MALADIES DE L'UTÉRUS. — Les névralgies utérines augmentent l'hémorrhagie menstruelle, tandis que les douleurs survenues dans d'autres parties du corps, et surtout dans l'abdomen, paraissent au contraire les diminuer.

Ni les prolapsus, ni les antéversions, ni les rétroversions, ni les inversions, n'ont d'influence sur les règles ; les flexions utérines elles-mêmes seraient, suivant M. Raciborski, sans résultat sur l'écoulement menstruel, à moins qu'il n'y ait complication de métrite.

Dans la métrite, surtout avec ramollissement de l'organe, la menstruation est en général abondante, se montre quelquefois sous forme de véritables pertes, et est souvent accompagnée de douleurs. Les granulations, les ulcérations, les fongosités utérines, entraînent fréquemment avec elles des écoulements sanguins abondants.

Dans les cas de polypes, de cancer, si l'hémorrhagie utérine n'est pas continue, il peut se faire que les règles se fassent normalement; si elle est continue, l'hémorrhagie augmente à l'époque menstruelle. A une période avancée de ces deux affections, cette distinction, cependant, n'est plus possible, dans la généralité des cas ; il est probable, du reste, que l'anémie due aux pertes antérieures détermine souvent la cessation du travail ovarique.

Quelle est maintenant l'influence des règles sur la marche des maladies utérines? On peut dire qu'en général cette influence est plutôt fâcheuse qu'avantageuse. Aran s'exprime très-catégoriquement à ce sujet : « Tant que dure la période menstruelle, dit-il, chaque mois, chaque époque, par l'effet du travail de l'ovulation et de congestion qui l'accompagne, amène une aggravation de l'état local; du moins, l'oscillation que ce travail imprime à la maladie est bien rarement favorable. D'une époque à une autre il y a du mieux; une guérison apparente peut même avoir lieu, mais les règles arrivent, des douleurs se manifestent, et si, les règles passées, on vient à examiner l'état de l'organe, on trouve que la plupart des phénomènes se sont aggravés... »

On conçoit donc qu'après la ménopause, l'absence de cette congestion périodique mensuelle doive être favorable aux affections de matrice. « Après la ménopause, dit M. Courty, les maladies utérines, outre qu'elles sont rares, peuvent exister depuis longtemps sans déterminer de vives douleurs, sans provoquer des troubles sympathiques, et rester, pour ainsi dire, à l'état latent. » MM. Duparcque, Raciborski, parlent dans le même sens.

INFLUENCE DES MALADIES AIGUES FÉBRILES SUR LES RÈGLES, ET RÉCIPROQUEMENT. — Cette influence, signalée par Hippocrate, Sydenham, Boerrhaave, Van Swieten, Huxham, etc., ne fut en réalité que peu étudiée par ces auteurs. Leurs écrits ne contiennent guère, au milieu de beaucoup d'hypothèses, que des remarques éparses portant sur des faits spéciaux et applicables à quelques maladies seulement, à la variole en particulier. C'est surtout à notre époque que cette étude a été faite avec soin, et l'honneur en revient principalement à MM. Raciborski, Hérard, Gubler.

Pour étudier cette influence, il faut avoir égard à l'époque où la maladie se déclare par rapport à l'écoulement des menstrues, se demander ce qu'il advient quand la maladie fébrile se déclare pendant l'écoulement des menstrues, quand elle se déclare dans l'intervalle de deux époques; et dans ce dernier cas, il est nécessaire d'examiner le cas où la prochaine éruption des règles coïncide avec la période fébrile de la maladie, et le cas où elle coïncide avec la convalescence commençante et la guérison confirmée. Telle est la manière dont le problème a été posé par M. Hérard. Examinons ces diverses conditions.

1° *La maladie aiguë fébrile se déclare pendant l'écoulement des règles.* — Dans ce cas, l'écoulement menstruel se supprime immédiatement. Cette

suppression persiste quelquefois pendant toute la durée de la maladie; quelquefois aussi, au bout d'un nombre variable de jours (de un à douze), le flux périodique reparaît. C'est au moment du frisson initial que la cessation se fait. Pour les malades, c'est toujours la cessation des règles qui est la cause de la maladie, tandis qu'en réalité c'est le contraire qui existe. Elle n'est pas plus en cause que n'est en cause la suppression des lochies au début des affections puerpérales, les premières étant toujours la conséquence des dernières. Quelquefois, la cessation des menstrues se fait, à la vérité, avant le frisson initial, de sorte qu'il semble, dans ce cas, que la maladie aiguë, bronchite, pneumonie, qui apparaît, est réellement la conséquence de la suppression des règles. Mais il est bien plus rationel de croire, avec M. Hérard, que la même cause, le froid par exemple, est intervenue pour suspendre l'hémorrhagie menstruelle, et provoquer la pneumonie, la bronchite, l'action du froid s'étant fait ressentir plus rapidement sur l'ovaire que sur le poumon.

Il ne faudrait cependant pas croire que l'interruption brusque de l'hémorrhagie menstruelle soit un phénomène sans importance. De l'aveu même de M. Hérard, il peut en résulter des affections nombreuses, des érythèmes à la peau, des hémorrhagies, des troubles nerveux, des métrites, des métro-péritonites. Mais ce qui est fort contestable, c'est qu'une affection d'un organe autre que l'utérus puisse reconnaître une pareille cause.

2° *La maladie se déclare dans l'intervalle de deux époques menstruelles.*

a. La fièvre persiste encore quand doivent apparaître les règles.

Dans ce cas, les règles ne sont supprimées que très-exceptionnellement. Le plus souvent, non-seulement les règles persistent, mais elles sont plus abondantes; de plus, elles apparaissent souvent plus tôt qu'elles n'auraient dû le faire; enfin, quelquefois, la fièvre fait réapparaître des menstrues qui avaient cessé depuis un certain temps.

Selon M. Hérard, toute maladie fébrile, variole, rhumatisme, pneumonie, détermine dans l'ovaire et l'utérus un état congestif qui hâte la maturation de l'ovule et facilite l'écoulement sanguin. M. Gubler, sur ce point, est opposé à l'opinion de M. Hérard. Pour lui, beaucoup de métrorrhagies utérines, survenant au début et dans le cours des maladies aiguës, prises par ce dernier auteur pour des menstruations anticipées, ne sont autres que de simples flux sanguins, comparables aux épistaxis initiales des fièvres; elles ne se rattacheraint par conséquent pas à un travail ovarique.

M. Gubler, pour soutenir son opinion, se repose :

1° Sur la brièveté souvent constatée (huit à dix jours) de l'intervalle séparant les prétendues règles intempestives de la dernière époque cataméniale régulière, brièveté qui ne permet pas de croire à la maturation précoce d'un ovule.

2° Sur l'absence de symptômes précurseurs ou concomitants d'une menstruation proprement dite.

3° Sur le retour précis de la menstruation durant la maladie ou dans la convalescence, à une date correspondant à la dernière époque menstruelle proprement dite.

4° Sur l'examen nécroscopique qui lui a permis de constater, tantôt des ovaires exempts de toutes traces de fertilité, tantôt une hémorrhagie récente dans une vésicule déjà ancienne et dégénérée, tantôt enfin un corps jaune avancé dans son évolution, et caractéristique d'une ponte de beaucoup antérieure à la dernière exhalation sanguine.

Ces objections doivent être prises en grande considération; il est regrettable seulement que l'examen nécroscopique n'ait pas été fait plus souvent. Nous croyons par conséquent que pour savoir si l'influence des maladies fébriles, survenant dans l'intervalle de deux menstruations, retentit sur le travail d'ovulation, ou si elle met en jeu seulement la congestion des vaisseaux utérins, de nouvelles recherches sont nécessaires.

b. L'époque des règles coïncide avec une période avancée de la maladie ou de la convalescence; la fièvre a notablement diminué ou complétement disparu.

Alors, en général, les règles ne reviennent pas, et l'aménorrhée peut persister deux, trois, six mois. Plus les symptômes ont été graves, plus surtout l'affection a duré longtemps, plus les menstrues ont de la tendance à se supprimer. M. Hérard explique ce fait par la débilitation à laquelle l'organisme a été soumis, cette débilitation entravant, selon lui, le travail congestif de l'ovaire. Le retour des règles est un indice certain que le corps a réparé les pertes qui l'avaient affaibli.

INFLUENCE DES RÈGLES SUR L'APPARITION ET LA MARCHE DES MALADIES FÉBRILES. — On croit généralement que les femmes, pendant la période menstruelle, sont plus sensibles aux différentes causes morbides, et qu'il est par conséquent commun de voir débuter diverses affections aiguës à cette époque. C'est là une erreur; d'après les statistiques de M. Hérard, les maladies n'éclateraient à l'époque menstruelle qu'exceptionnellement.

Un grand nombre d'auteurs modernes admettent encore que l'apparition des règles dans le cours d'une maladie peut exercer une influence quelconque, favorable ou défavorable; en un mot, qu'elle peut être un phénomène critique. Mais M. Hérard, dans ses nombreuses observations, n'a jamais remarqué la moindre influence qui fût rigoureusement imputable à l'état de la menstruation. Cette opinion est en tout point conforme à celle de M. Raciborski.

INFLUENCE DES MALADIES CHRONIQUES SUR LES RÈGLES, ET RÉCIPROQUEMENT. — Cette influence n'a guère été recherchée que dans les maladies chroniques du poumon, dans la phthisie en particulier. Il résulte de ces recherches que l'aménorrhée accompagne généralement l'affection tuberculeuse. Sur quarante-quatre malades, chez lesquels M. Raciborski a constaté l'existence de cette affection à différents degrés, trente-huit fois l'absence des règles a été notée. Dans la plupart des cas, leur suppression ne commença que plus ou moins longtemps après les premiers

symptômes de la phthisie, elle arriva d'autant plus tard que la marche de la maladie était plus lente, et que l'affection tuberculeuse était moins profonde.

Les autres affections chroniques du poumon paraissent ne point produire sur la menstruation les mêmes effets que la phthisie. Sur six femmes atteintes de catarrhe chronique avec emphysème plus ou moins prononcé, et observées par M. Raciborski, cinq continuèrent à avoir leurs règles pendant toute leur maladie ; la sixième eut un retard de trois mois, après quoi la menstruation redevint régulière. Il semble donc qu'il y ait une différence entre l'influence qu'exercent sur la menstruation la phthisie et les différentes formes de catarrhe chronique ; la première donnant lieu à l'aménorrhée, les secondes n'empêchant pas l'éruption menstruelle. Sans doute que cette différence tient à l'affaiblissement considérable de la constitution et à la diminution dans l'activité nutritive de tous les organes et des ovaires en particulier, chez les sujets tuberculeux. M. Raciborski, en effet, n'a trouvé dans aucune autre affection l'atrophie des ovaires aussi prononcée que dans la phthisie. Ces organes sont en général petits, durs, pâles, anémiés, ont une consistance cartilagineuse, et ne possèdent que des vésicules de très-faibles dimensions et en partie vides.

Quant à l'influence des règles sur la marche de l'affection tuberculeuse, elle paraît être nulle comme dans les affections aiguës. Quelques auteurs, en réalité, ont fourni quelques observations dans lesquelles les règles s'étant rétablies dans le cours de la phthisie, les symptômes s'améliorèrent et la guérison survint (Brierre de Boismont). Mais d'autres ont pu constater que chez des femmes atteintes de cette affection et qui avaient continué à être réglées, les désordres étaient plus profonds que chez certaines chez lesquelles il y avait aménorrhée (Raciborski).

Du rôle de la menstruation a l'égard des affections du système nerveux. — Si la menstruation ne semble jouer aucun rôle sur l'apparition, la marche et la durée des maladies aiguës fébriles ou des maladies chroniques, il n'en est pas de même dans les affections du système nerveux. Celles-ci, en général, sous l'influence du travail ovarique, s'aggravent à chaque époque, ou bien elles apparaissent quelquefois pour se dissiper quand ce travail est terminé et reprendre aux règles suivantes. Cette influence fâcheuse de la menstruation se comprend facilement par l'augmentation, chez presque toutes les femmes, de l'excitabilité des centres nerveux à cette époque. Chez le plus grand nombre, cette surexcitabilité ne détermine qu'un changement de caractère, amène quelquefois la mélancolie, rarement une gaieté exagérée ; mais, chez d'autres, elle peut acquérir un degré tel, que les fonctions nerveuses sont profondément troublées. On a vu fréquemment des femmes atteintes d'aliénation mentale, de manie, d'épilepsie, seulement aux époques menstruelles. L'hystérie est une des affections qui se présentent le plus souvent pendant la menstruation. Il n'est pas rare non plus de voir apparaître ou réapparaître pendant les règles des accès névralgiques.

Quant à l'influence des affections nerveuses sur les règles, elle est nulle. Chez les sujets atteints de névroses, elles ne présentent aucune irrégularité qui doive être mise sur le compte de ces affections. Selon M. Raciborski, chez les idiotes, l'ovulation n'éprouve pas la moindre entrave; elles sont en général régulièrement et abondamment menstruées.

DE LA MÉDICATION EMMÉNAGOGUE EN RAPPORT AVEC LES DONNÉES DE LA PHYSIOLOGIE ACTUELLE. — On appelle médication emménagogue la médication dirigée dans le but de faire apparaître ou réapparaître les règles. Cette médication a suivi nécessairement de tout temps le courant des théories physiologiques établies sur la menstruation. Quand la menstruation était considérée comme un moyen employé par la nature pour débarrasser l'économie du sang qui y était en excès, ou pour évacuer des principes nuisibles; quand on pensait, de plus, que la suspension des règles dans une maladie devait provoquer son aggravation, les emménagogues occupèrent naturellement une grande place dans la thérapeutique. Mais aujourd'hui qu'il est bien certain que la menstruation a surtout pour résultat de favoriser l'ovulation, que les maladies aiguës ou chroniques ne sont point aggravées par la cessation de l'écoulement mensuel, et qu'elles ne sont point améliorées par leur réapparition, la médication emménagogue perd chaque jour de son crédit. A l'époque actuelle, elle n'est plus guère réservée qu'à deux cas : 1° quand des retards prolongés sont dus à une sorte de torpeur, d'asthénie des ovaires; 2° quand la menstruation est supplémentaire, c'est-à-dire quand l'écoulement menstruel, au lieu de se faire par l'utérus, se fait à la surface de certains organes placés en dehors de la sphère génitale. Dans le premier cas, on conçoit qu'on doive chercher à réveiller la fonction ovarique, qui, comme toutes les autres, a sa part d'action dans l'équilibre général des fonctions. Dans le second cas, on comprend qu'on doive s'attacher à rappeler la congestion utéro-ovarienne, dont l'absence est la cause de la déviation des règles.

Pour arriver à rétablir le travail ovarique, le médecin dispose des moyens suivants :

1° Des excitants généraux, destinés à stimuler la circulation générale, la chaleur, des boissons stimulantes, etc.

2° Des excitants dont l'action se fait sentir sur la matrice, la vessie, le rectum : la rue, la sabine, l'aloès, les cantharides, l'*Uva ursi*, le seigle ergoté (?), le borax, les purgatifs. La congestion que ces agents peuvent déterminer sur les organes précités, peut retentir sur la circulation de l'ovaire et susciter par cela même le développement d'une vésicule de de Graaf.

3° Des substances qui activent la nutrition, les toniques, le fer, le quinquina, l'iode, etc.

4° Des substances qui diminuent la plasticité du sang et favorisent son écoulement, le bicarbonate de soude, l'acétate d'ammoniaque.

5° Des agents qui semblent intervenir directement sur l'ovulation, la

température élevée d'un nouveau climat, le coït, la lecture de romans, l'électricité, peut-être la strychnine.

DE L'ADMINISTRATION DES MÉDICAMENTS AU MOMENT DES RÈGLES. — L'habitude de considérer l'écoulement menstruel comme étant destiné à évacuer chez la femme le trop-plein ou le nuisible, a entraîné l'habitude de n'administrer aucun médicament pendant cette époque. Et cette pratique est encore tellement enracinée, qu'on voit beaucoup de femmes refuser toute médication, quelle qu'elle soit, pendant les règles; mais les observations modernes ont fait voir combien ces craintes étaient illusoires. Ni les potions, ni les purgatifs, ni les vomitifs, n'ont jamais produit d'accidents, alors qu'ils étaient administrés au moment de la menstruation.

D'après MM. Hérard et Raciborski, les règles ne seraient même pas une contre-indication pour la saignée. Souvent celles-ci ne s'en ressentent pas, et, quand elles diminuent ou s'arrêtent, c'est toujours sans importance pour l'état général du sujet. Nous en dirons autant des bains tièdes, si redoutés des femmes à cette époque. Mais une précaution que le médecin doit prendre, quand il prescrit des médicaments lors de l'état menstruel, c'est de bien rassurer la malade sur les dangers que la thérapeutique employée pourrait entraîner avec elle. Chez certaines femmes, l'excitabilité est telle à ce moment, que, sous l'influence des émotions et de la peur en particulier, il peut apparaître des troubles nerveux d'une certaine gravité. C'est ainsi qu'on doit expliquer sans doute le cas, unique dans la science, d'une femme dont l'observation a été rapportée par Maisonneuve, et qui devint épileptique après une saignée du bras pratiquée pendant l'écoulement des menstrues. Les accès reparurent ensuite chaque mois, quoique les règles ne revinssent plus.

Cette impressionnabilité de la femme, à cette époque, ne doit pas non plus être perdue de vue, quand il s'agit d'opérations chirurgicales, d'administration de médicaments devant agir énergiquement sur le système nerveux, enfin d'applications froides sur le corps. Ces dernières peuvent entraîner avec elles des dangers, non-seulement en agissant sur les centres, mais en provoquant encore des hémorrhagies du côté de la vésicule de de Graaf, hémorrhagies qui, dans ce cas, deviennent souvent la source de l'hématocèle pelvienne.

Index bibliographique (Menstruation). — ARISTOTE, *Histoire des animaux*, traduction de Camus. Paris, 1783. — STAHL, *De mensium muliebrum fluxu et suppressione.* Iéna, 1694. — COLIN, *Traité de physiologie comparée des animaux domestiques.* t. II. Paris, 1856. — POUCHET, *Théorie positive de l'ovulation spontanée et de la fécondation des mammifères et de l'espèce humaine.* Paris, 1847. — HALLER, *Éléments de physiologie* — ARAN, *Leçons cliniques sur les maladies de l'utérus.* Paris, 1858. — KAHLEES et KLEIMANN, cités par Chenaux, thèse de Paris, 1859. — ELSAESSER, *Sur la menstruation pendant la grossesse* (*Zeitschr.*, de Behrend, 1857). — KUSMAUL, *De l'absence, des anomalies de la matrice simple et double, de la superfétation, de la migration de l'œuf.* Wurtzbourg, 1859. — GIBBS, *Menstruation pendant l'allaitement chez les femmes enceintes* (*The Lancet*, 1858). — RACIBORSKI, *Traité de la menstruation*, 1868. — JOULIN, *Traité complet d'accouchements*, 1 vol., 1866. — LAGNEAU, *Recherches comparatives sur la*

menstruation dans diverses contrées (*Gazette hebdomadaire*, 1867). — LUNDBERG, *Statistique*, rapportée par J. Roberton in *Edinburgh Medical and Surgical Journal*, 1845. — FRUGEL, *A Government Report on Norway*, rapporté par Tilt in *Monthly Journal of Medical Science*, 1850. — FAYE, *Statistique*, rapportée par Raciborski. — RAWN et LEOG, *Bibliotek for Lœger*, janvier 1850, *List of* 3429 *by Rawn, to which added* 411 *cases taken by professor Leog*, rapportée par Tilt. — OSIANDER, *Diss. med. in de fluxu menstruo*. Goettingue. — LEBRUN, cité par Raciborski. — ROBERTON, *Edinburgh Medical and Surgical Journal*, t. XXXVIII, 1832; t. LVIII, 1842; t. LXII, 1844; t. LXIII, LXIV, 1845; t. LXVI, 1846. — GUY, *the Medical Times*, 1845. — LEE et MURPHY, *the Dublin Journal of Medical Science*, 1844, 1845. — MARC D'ESPINE, *Archives générales de médecine*, 2e série, t. IX, Paris, 1835. — IDEM, *Recherches sur quelques unes des causes qui hâtent ou retardent la puberté*. — BRIERRE DE BOISMONT, *Mémoires de l'Académie royale de médecine*, t. IX. Paris, 1841. — RACIBORSKI, *De la puberté et de l'âge critique chez la femme, et de la ponte périodique chez la femme et les mammifères*. Paris, 1844. — DUBOIS, *Traité complet de l'art des accouchements*. Paris, 1849. — DE SOYRE, *De la primiparité à terme* (*Gaz. des hôpit.*, 22 septembre 1863). — STOLTZ et LÉVY, *Topographie et histoire médicale de Strasbourg et du département du Bas-Rhin*, par V. Stœber et G. Tourdes. Paris, Strasbourg, 1864. — PÉTREQUIN, *Recherches sur la menstruation*, thèse de Paris, 1835. — BOUCHACOURT, *Dictionnaire de médecine* en 30 vol, *Menstruation*, par Désormeaux et Dubois. — MARCEL PETITEAU, *Bulletin de la Société de médecine* de Poitiers, janvier 1857 (*Gaz. hebd. de méd. et de chir.*, 1857). — GIRARD et REYNAUD, in *Statistiques* rapportées par M. d'Espine, *loc. cit.* — ZAVIZIANO, DYSTER, GOODEVE, DWARIKANAUTH DAS BOSSU, LEITH et CRISP, ELLIOT et BOWEN, *Statistiques*, rapportées par Roberton, *loc. cit.* — WIBB, cité par Raciborski. — COURTY, *Traité pratique des maladies de l'utérus et de ses annexes*. Paris, 1866. — SCANZONI, *Traité pratique des maladies des organes sexuels de la femme*. Paris, 1858. — BEAU, *Recherches statistiques pour servir à l'histoire de l'épilepsie et de l'hystérie* (*Arch. gén. de méd.*, juillet 1836). — BRIQUET, *Traité clinique et thérapeutique de l'hysterie*. Paris, 1859. — QUÉTELET, *Sur la reproduction et la mortalité de l'homme*. Bruxelles, 1832. — WHITEAD (de Manchester), *Treatise on Abortion and Sterility*. London, 1847. — CAZEAUX, *Traité sur l'art des accouchements*. — RIPAULT (de Dijon), *État de l'utérus à l'époque des menstrues* (*Gaz. méd.*, 1856). — FRICKE, *Recherches sur la température du vagin et de la matrice, avant, pendant et après les règles* (*Journal de Fricke et d'Oppenheim*, 1838). — PARENT-DUCHATELET, *De la prostitution dans la ville de Paris*, année 1857. — M. SYMES, *Notes cliniques sur la chirurgie utérine dans ses rapports avec le traitement de la stérilité*. Paris, 1866. — P. DUBOIS et PAJOT, *Traité des accouchements*. Paris, 1860. — CULLERIER, *Précis iconographique des maladies vénériennes*. Paris, 1861. — COSTE, *Histoire générale et particulière du développement des corps organisés*, 1847. — PUECH, *De la déviation des règles et de son influence sur l'ovulation* (*Acad. des sciences*, 1863.) — POUCHET, *Théorie positive de l'ovulation spontanée et de la fécondation*. Paris, 1847. — J. CLOS, cité par J. Béclard, in *Traité élémentaire de physiologie humaine*. — JOULIN, *Traité complet d'accouchements*. Paris, 1866. — NÉGRIER, *Recherches anatomiques et physiologiques sur les ovaires*. Paris, 1840. — J. TILT, *On Uterine and Ovarian Inflammation, and on the Physiology and Diseases of Menstruation*. London, 1862. — STROHL, *Recherches statistiques sur la relation qui peut exister entre la périodicité de la menstruation et les phases de la lune* (*Gaz. méd.*, 1862). — SCHWEIG, *Untersuchungen über Periodicität*, in *Medicinische Vierteljahrsschrift* de Roser et Wunderlich, 1844. — J. CLOS, *De l'influence de la lune sur la menstruation* (*Bullet. de l'Acad. de Belgique*, 1858). — LEBERT, *Maladies cancéreuses*. Paris, 1851. — DUGÈS et BOIVIN, *Traité des maladies de l'utérus*. — DUPARCQUE, *Traité théorique et pratique sur les altérations organiques de la matrice*, 1re édition. — ORDONEZ, cité par Périer in *Anatomie et physiologie de l'ovaire*, thèse d'agrégation, 1866. BRIERRE DE BOISMONT, *De la menstruation*. — MENVILLE, *De l'âge critique chez les femmes*. Paris, 1840. — FOTHERGILL, *Conseils aux femmes de quarante-cinq à cinquante ans*, traduit par Petit-Radel. — EM. BERTIN, thèse d'agrégation de Montpellier. — GODARD, *Observations relatives à la menstruation* (*Gaz. méd.*, 1854). — PERCIVAL POTT, *Œuvres chirurgicales*. — ROBERTS, *Hedjeras de l'Asie centrale* (*Expérience*, 1843). — RENAULDIN, *Séance de l'Académie royale de médecine*, 8 février 1826. — TILT, *Archives générales de médecine*, octobre 1858. — ROUGET, *Recherches anatomiques et physiologiques sur les appareils érectiles* (*Journal de physiologie* de Brown-Séquard, t. I, 1858.) — VERNEUIL, *Notes d'un cours fait à la Faculté*. — ARAN, *Leçons cliniques sur les maladies de l'utérus*. Paris, 1858. — COURTY, *Traité pratique des maladies de l'utérus*, année 1866. — RACI-

BORSKI, *Traité de la menstruation*, année 1868. — HÉRARD, *De l'influence des maladies aiguës fébriles sur les règles, et réciproquement*. Paris, 1851. — GUBLER, *Des épistaxis utérines simulant les règles au début des pyrexies et des phlegmasies* (*Gaz. méd.* de Paris, 1862 et *Mémoires de la Société de biologie*).

EXCRÉTION OVULAIRE.

Par excrétion ovulaire, nous entendons l'ensemble des actes qui tendent à expulser l'ovule de l'ovaire et à le conduire dans la matrice.

La rupture de la vésicule qui contient l'ovule est le premier temps de cette excrétion. C'est par elle que nous commencerons.

Comme nous l'avons vu, chaque mois, chez la femme, à partir de l'âge de la puberté jusqu'à l'époque de la ménopause, une vésicule de de Graaf prend un développement plus considérable que les autres. Ce développement résulte de l'augmentation du liquide séro-albumineux qu'elle contient. Au fur et à mesure que ce développement s'effectue, la vésicule tend à devenir de plus en plus superficielle, et finit par faire à la surface de l'ovaire une saillie variable suivant les sujets; alors elle est recouverte par de nombreux vaisseaux qui s'amincissent dans le point le plus proéminent, en même temps qu'elle-même perd insensiblement de son épaisseur dans ce point, ainsi que le tissu ovarique et le péritoine qui la recouvrent; arrive enfin un moment où la paroi de la vésicule et son mince entourage cèdent à la pression du liquide qu'elle renferme; dès lors l'ovule situé au niveau du point déchiré s'échappe de l'ovaire pour être recueilli par le pavillon de la trompe.

Blumembach comparait cette rupture de la vésicule à l'ouverture spontanée d'un abcès, qui résulte en partie de la pression mécanique occasionnée par le liquide accumulé dans la tumeur, en partie aussi de la résorption de la paroi par le fait de cette pression. M. Coste pense qu'elle dépend exclusivement de la tension outre mesure de la paroi, d'une cause, par conséquent, exclusivement mécanique. C'est là, du reste, une question de peu d'importance.

Dans le mécanisme de la distension et de la déchirure consécutive de la vésicule, il est une condition dont on doit tenir grand compte, nous voulons parler de l'état de spasme dont les fibres musculaires de l'ovaire sont le siége au moment de l'ovulation. Nous avons vu que la vésicule de de Graaf est entourée de toutes parts, dans la portion corticale de l'ovaire, par des fibres lisses. Nous avons vu, de plus, que ces fibres existaient sur le trajet des vaisseaux contenus dans la portion bulbeuse, et dans le plexus sous-ovarique. Or, par le fait du développement d'une vésicule, toutes ces fibres musculaires se contractent par action réflexe, comme se contractent sous la même influence celles des ligaments larges et celles de l'utérus. Seulement, tandis que la contraction de ces dernières concourt à amener la turgescence de la muqueuse utérine, la contraction des premières amène la turgescence de la vésicule et favorise ainsi sa rupture. Tendant, en effet, d'une part, à ralentir la circulation du sang qui s'échappe de l'ovaire,

en diminuant le calibre des veines, cette sorte de spasme augmente la pression dans les capillaires, favorise l'issue hors de ces vaisseaux d'une plus grande quantité de plasma, dont profite surtout la vésicule approchant de son état de maturité. Celle-ci, par conséquent, se distend de plus en plus par l'accumulation de liquide dans son intérieur, et fait, à la surface de l'ovaire, une saillie de plus en plus considérable. D'autre part, le tissu musculaire en contact avec la paroi externe de l'ovisac tend, dès que celui-ci fait relief à l'extérieur de la glande, à repousser cette partie saillante de plus en plus au dehors, et à soumettre cette partie, moins bien soutenue que le reste, à une certaine tension à laquelle elle finit par céder. On voit donc, d'après ce mécanisme, que l'ovaire représente, comme M. Rouget, le premier, l'a fait voir, un véritable appareil érectile dont le but, ici, est tout spécial, et se rapporte à l'expulsion de l'œuf.

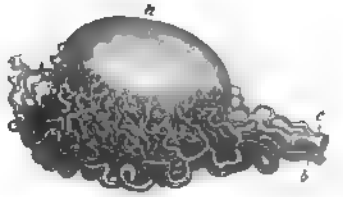


Fig. 42. — Vaisseaux injectés du plexus sous-ovarique chez la chienne, d'après Rouget.

Lorsque la rupture de la vésicule s'effectue, les vaisseaux qu'elle supporte se rompent nécessairement avec elle, de là un écoulement sanguin, en général peu abondant, et dont on retrouve les traces dans le corps jaune à son début. Mais, dans certaines circonstances exceptionnelles, le sang est versé en abondance dans la vésicule, la distend complétement, et peut même faire irruption dans la cavité péritonéale, si surtout la trompe n'est pas parfaitement adaptée à la capsule rompue. C'est là, sans aucun doute, une des causes fréquentes de l'hématocèle rétro-utérine.

M. Laugier, le premier, considéra cette sorte d'hématocèle comme étant la conséquence d'une hémorrhagie intra-vésiculaire trop abondante survenue à l'époque de l'ovulation. Par des faits bien observés, au nombre de sept, cet auteur chercha à démontrer que le début de l'affection coïncidait avec la période cataméniale et surtout avec la terminaison du flux menstruel, c'est-à-dire au moment de la rupture de la vésicule de de Graaf. Depuis le jour où cette théorie est née, des travaux nombreux ont été faits sur la matière, la plupart pour corroborer cette opinion, quelques-uns aussi pour démontrer qu'il ne fallait point être exclusif. Ainsi MM. Bernutz et Puech ont fait voir que cet épanchement pouvait se réaliser en dehors de l'époque cataméniale, par le fait d'une congestion exagérée, antiphysiologique des ovaires. M. Ch. Robin a signalé la possibilité de ces hématocèles chez certaines femmes, dans les ovisacs desquelles se sont effectuées, en dehors de l'époque menstruelle, des hémorrhagies sous l'influence de certains états morbides, fièvre typhoïde, rougeole, scarlatine, cirrhose, etc. La prédisposition hémorrhagipare se réveillant au moment du travail ovarique, les ovisacs se remplissent d'une plus grande quantité de sang, communiquent entre eux, et peuvent, formant ainsi un foyer plus

ou moins vaste, se rompre à la surface de l'ovaire et verser leur contenu dans la cavité abdominale. Signalons enfin l'opinion de M. Richet, qui attribue certaines hématocèles à la rupture des plexus ovariques devenus variqueux, et celle de Trousseau, qui fait provenir le sang, dans certaines circonstances, des trompes.

Quelques auteurs ont accordé à l'hémorrhagie intra-vésiculaire une importance physiologique, sur laquelle nous devons nous arrêter un instant. Ainsi M. Pouchet pense que, dans tous les cas, du sang s'amasse dans l'intérieur de la vésicule avant sa rupture, et que ce sang est l'agent principal de sa distension et de sa déhiscence. Le sang apparaît d'abord, selon lui, dans la région la plus profonde de l'ovisac, au-dessous de la membrane granuleuse et au-dessous de l'ovule, qu'il place dans un point opposé au point le plus saillant de la vésicule. Le sang envahit successivement la moitié, les trois quarts de la capsule, transportant insensiblement devant lui l'ovule; en même temps, le liquide séreux extra-vésiculaire est graduellement résorbé; enfin, arrive un moment où celui-ci ayant entièrement disparu, la capsule est totalement distendue par l'épanchement sanguin et se rompt par le fait de cette distension. Mais cette opinion, en ce qui regarde d'abord le siége de l'ovule, a contre elle celle de de Baer, de MM. Bischoff, Courty, Coste, Longet, qui ont toujours rencontré l'ovule dans la partie la plus superficielle de l'ovisac. Pour ce qui concerne l'influence du sang sur la rupture de la vésicule, cette opinion ne peut être non plus acceptée, car les auteurs que nous venons de citer, et bien d'autres, n'ont souvent trouvé, chez la femme, dans les vésicules rompues depuis peu de temps, qu'une quantité insignifiante de sang. M. Coste pense même que l'absence de ce liquide est la règle.

Pour M. Raciborski, de même que pour M. Pouchet, l'hémorrhagie intra-vésiculaire précéderait la rupture de la vésicule; mais cette hémorrhagie n'aurait lieu que dans le cas où l'ovule n'aurait pas été fécondé. Elle aurait, dans l'opinion de cet auteur, un but à remplir tout autre que celui que lui assigne M. Pouchet: « le caillot favorise l'oblitération de l'ancienne cavité vésiculaire rompue, car il sert de moule aux parois affaissées et régularise en quelque sorte leur contraction. » Il est difficile d'accepter cette opinion, pour la même raison que celle que nous avons opposée à M. Pouchet, c'est-à-dire que l'hémorrhagie intravésiculaire n'est pas constante dans les corps jaunes de la menstruation. D'autre part, il est bien certain qu'on rencontre quelquefois des caillots dans les corps jaunes de la grossesse. Nous concluons donc que l'hémorrhagie intravésiculaire survenant lors de l'ovulation, est un fait éventuel, n'ayant à remplir aucun rôle physiologique, pouvant au contraire, dans certains cas, devenir la source d'accidents graves.

Chez les animaux, les phénomènes qui se passent dans l'ovaire lors de l'ovulation, sont les mêmes que chez la femme; seulement, chez les

femelles qui font plusieurs petits, plusieurs vésicules arrivent simultanément à maturité pour laisser échapper autant d'ovules qu'il se développera de fœtus. Ainsi, chez la truie, d'après M. Pouchet, chaque ovaire donne de quatre à six vésicules qui se rompent, et, chez la lapine, à peu près le même nombre.

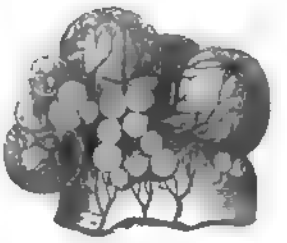


Fig. 43. — Ovaire de truie, d'après Pouchet. Deux vésicules de de Graaf sont arrivées à maturité.

Selon quelques auteurs (Bischoff, Barry), tous les ovules quitteraient à la fois l'ovaire; il y aurait à peine une heure d'intervalle entre la chute de l'un d'eux. Cette observation n'a pas été confirmée par M. Pouchet, qui, sur les ovaires de femelles en chaleur, a vu souvent, à côté de vésicules de de Graaf déchirées, des vésicules à la veille seulement de se rompre.

Quand l'ovule doit s'échapper de l'ovaire, le pavillon de la trompe est exactement appliqué sur la vésicule qui le contient. Par quel mécanisme se fait cette adaptation? Les uns ont attribué ce phénomène à l'érectilité de la trompe; mais, dans celle-ci, il n'existe aucune trace de tissu érectile; jamais, du reste, dans les injections les plus parfaites, M. Rouget n'a vu les trompes changer de volume et exécuter le moindre mouvement. D'autres ont pensé que les fibres musculaires qui entrent dans la composition de la trompe se contractent de façon à diriger le pavillon sur le point de l'ovaire où la déhiscence de la vésicule va s'opérer; mais, si l'on a égard à la direction des fibres de ce conduit, qui forment deux couches, l'une transversale, l'autre longitudinale, on comprendra que ces fibres ne peuvent, en se contractant, que diminuer le calibre de ce canal, ou rapprocher son extrémité externe de son extrémité interne : or, ces mouvements auraient plutôt de la tendance à éloigner de l'ovaire le pavillon qu'à le rapprocher.

Pour M. Rouget, c'est dans les rapports que la trompe et son pavillon affectent avec le tissu musculaire périovarien qu'il faut chercher l'explication de ce mécanisme. Selon cet auteur, les fibres musculaires qui entrent dans la constitution de l'ovaire et du plexus sous-ovarique seraient la continuation de faisceaux appartenant, l'un au ligament de l'ovaire ou ligament utéro-ovarien, l'autre au ligament rond supérieur (fig. 41), de ces faisceaux s'en détacheraient un certain nombre, qui viendraient se rendre à la trompe et à son pavillon de la façon suivante : Une grande partie des faisceaux du ligament rond de l'ovaire, au lieu de pénétrer dans l'organe au niveau de son extrémité interne, longent le bord inférieur de la glande, et, arrivés à l'extrémité externe, concourent à la formation de la corde musculaire qui rattache le pavillon à l'ovaire. En outre, du bord supérieur du ligament rond, se détachent des faisceaux qui vont se terminer dans la trompe et le pavillon, en s'entrelaçant avec

leurs fibres propres. Le ligament rond supérieur accompagne le plexus ovarien, étalé sur ce plexus en forme de membrane, et le pénètre; un certain nombre de ces faisceaux se portent sur l'utérus, d'autres s'infléchissent en dehors à la hauteur de l'ovaire et s'attachent au pavillon, le plus grand nombre pénètrent en partie dans l'ovaire, en partie traversent le plexus sous-ovarique (bulbe de Rouget), et, continuant leur trajet dans l'aileron de la trompe, vont se perdre dans l'enveloppe contractile de ce conduit, après s'être entrecroisés avec les faisceaux qui proviennent du ligament de l'ovaire. Selon M. Rouget, la direction de ces deux ordres de faisceaux musculaires, qui, prenant leurs points fixes à la région lombaire et à l'utérus, embrassent, par leur extrémité mobile, toute la longueur de la trompe et le pavillon, explique les mouvements exécutés par ces organes pour se porter en arrière et en dedans, la possibilité de l'inflexion de la trompe sur elle-même et l'application du pavillon à la surface de l'ovaire. Tout, dit-il, se réduit en somme au mécanisme par lequel se ferme l'ouverture d'une bourse dont les bords se froncent, lorsqu'on exerce des tractions sur des liens dont les attaches s'étendent sur toute la longueur de ses bords.

Il ne paraît certainement pas douteux aujourd'hui, après les remarquables recherches de M. Rouget, que les faisceaux musculaires que nous venons de signaler ne soient les agents de l'adaptation de la trompe; eux seuls, en effet, peuvent mettre le pavillon en contact avec l'ovaire. Mais il reste encore à savoir comment ces faisceaux peuvent transporter, d'une façon quasi intelligente, le pavillon sur le point de l'ovaire où le hasard veut qu'une vésicule fasse saillie.

L'adaptation de la trompe à l'ovaire précède la déhiscence de la vésicule; elle commence, sans doute, à l'instant où l'ovaire et l'utérus entrent en érection sous l'influence de l'excitation produite par cette vésicule. En effet, comme nous venons de le voir, les faisceaux qui concourent à l'adaptation sont une dépendance des faisceaux du ligament de l'ovaire et du ligament rond postérieur, de même que les faisceaux du plexus sous-ovarique et ceux contenus dans l'intérieur même de l'ovaire; il est donc probable que la contraction de tous ces faisceaux est simultanée. D'autre part, il n'est pas douteux que la même cause qui provoque l'adaptation de la trompe et l'érection de l'ovaire provoque en même temps l'érection de l'appareil utérin. C'est ainsi que s'accomplissent simultanément une série d'actes unis par la plus étroite solidarité, réalisant chacun des effets différents, mais se rapportant tous à l'ovule, soit qu'ils concourent à son expulsion de l'ovaire, soit qu'ils favorisent son passage dans la trompe, soit enfin qu'ils assurent sa vitalité et son développement quand, après avoir été fécondé, il vient se greffer sur la muqueuse utérine.

Le pavillon de la trompe est appliqué sur une vésicule près de se rompre, que va-t-il advenir quand la rupture s'effectuera?

La vésicule reviendra immédiatement sur elle-même, dans sa partie

saillante par le fait de l'élasticité de ses parois, dans sa partie adhérente par le fait de la contraction des faisceaux charnus qui l'entourent ; soumis dès lors à ces deux forces, l'ovule d'abord, les cellules de la mem-

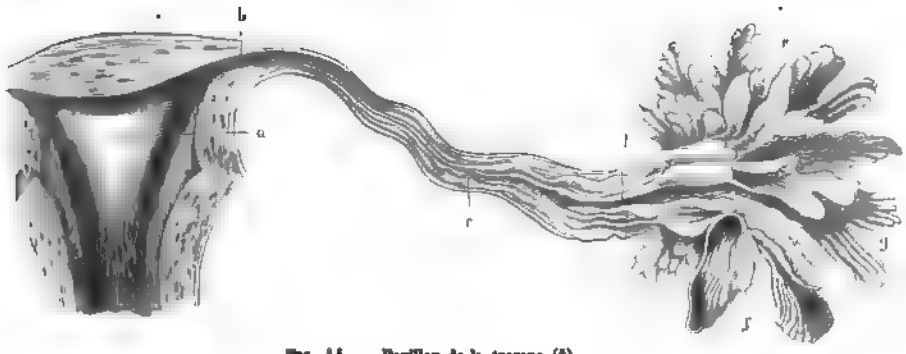


Fig. 44. — Pavillon de la trompe (*).

brane granuleuse et le liquide séro-albumineux intra-vésiculaire ensuite, seront repoussés avec une certaine force dans le pavillon, et gagneront rapidement l'extrémité interne de la trompe en suivant les sillons que présentent les franges sur leur face interne (fig. 44).

Comment enfin l'ovule, parvenu dans la trompe, parcourt-il ce conduit? La plupart des auteurs ont pensé, avec Valentin et Purkinje, que les cils vibratiles qui surmontent les cellules épithéliales de la muqueuse de ce canal étaient les agents de transport de l'œuf. Ces auteurs s'appuient surtout sur ce que les mouvements de ces cils se font de l'intérieur vers l'extérieur. Mais, à supposer que ce fait ait été constaté, ce dont il nous est permis de douter, car ces cils ne font pas mouvoir les fines poussières qu'on dépose sur eux, on comprend difficilement, si tel était leur rôle, qu'ils ne mettent pas obstacle à la pénétration des spermatozoïdes dans les parties profondes de la trompe. Or, nous verrons plus loin que les spermatozoïdes ne fécondent l'œuf qu'au voisinage de l'ovaire. Les mouvements propres de la trompe nous paraissent devoir bien mieux être invoqués. Ces mouvements existent, M. Colin les a manifestement constatés sur des brebis tuées à l'époque du rut. Si ces mouvements sont sans utilité pour l'adaptation de la trompe ; s'ils sont, comme nous le verrons plus loin, sans nécessité pour la pénétration des spermatozoïdes dans les parties internes de l'oviducte, il est donc probable qu'ils interviennent pour faciliter la descente de l'ovule.

Pendant son passage à travers le pavillon et son séjour dans le tiers supérieur de la trompe, l'œuf se débarrasse des cellules qui l'accompagnaient à la sortie de la vésicule. A mesure qu'il progresse, il s'entoure

(*) Cette figure est destinée surtout à montrer les plis et les sillons de la trompe et du pavillon, *c*, *d*, *e*, *f*, *g* ; *b*, ouverture interne de la trompe ; *c*, cavité du corps de l'utérus.

de couches albumineuses qui se superposent ; puis cette enveloppe albumineuse se raréfie de plus en plus, et, quand l'ovule est arrivé dans l'utérus, il en est complétement privé. Pour M. Coste, cet albumen sert à nourrir l'ovule pendant son séjour dans l'oviducte ; il n'existerait pas cependant, de l'aveu de cet auteur, chez tous les animaux ; constant chez la lapine, le chevreuil, le cerf, il manque chez le chien et le cochon. On n'a pas pu encore s'assurer de son existence chez la femme.

L'ovule parvient enfin dans l'utérus, et là, s'il n'a pas été fécondé dans son trajet à travers l'oviducte, il est rapidement décomposé et détruit ; si, au contraire, il a été fécondé, il se greffe sur la muqueuse, passe par une série de phases qui aboutissent à la formation d'un nouvel être en même temps que l'utérus entier devient le siége de modifications portant sur sa forme, son développement, sa structure, ses propriétés physiologiques.

L'étude de ces changements nous occupera bientôt, auparavant il nous faut examiner quelles sont les conditions qui président à la fécondation.

Index bibliographique (Excrétion ovulaire). — BLUMENBACH, *Kleine Schriften*, p. 15. — COSTE, *Histoire générale et particulière du développement des corps organisés*. Paris, 1847. — ROUGET, *Recherches sur les organes érectiles de la femme* (*Journal de physiologie*, 1858). — LAUGIER, *Mémoire sur l'origine et l'accroissement de l'hématocèle rétro-utérine*, présenté à l'Institut, le 26 février 1855. — BERNUTZ (*Arch. gén. de méd.*, Paris, 1848), et *Clinique médicale sur les maladies des femmes*. — PUECH, *De l'hématocèle et de ses sources*. Montpellier, 1858. — CH. ROBIN, *Note sur les hémorrhagies des vésicules ovariennes* (*Comptes rendus et Mémoires de la Soc. de biol.*, année 1856). — RICHET, *Traité d'anatomie chirurgicale*.—TROUSSEAU, *Clinique médicale de l'Hôtel-Dieu*, 1863. — POUCHET, *Théorie positive de l'ovulation*, 1842. — BISCHOFF, *Traité du développement de l'homme et des animaux*. Paris, 1843. — DE BAER, *De ovi animalium et hominis genesi epistola*. Leipsick, 1827. — COURTY, *De l'œuf et de son développement dans l'espèce humaine*. Montpellier, 1845. — LONGET, *Traité de physiologie*, 2 vol. Paris, 1860. — RACIBORSKI, *Traité de la menstruation, etc.* Paris, 1868. — ROUGET, *loc. cit.* — VALENTIN, *Rôle des spermatozoaires dans le fluide séminal* (*Repertorium*, t. VI). — PURKINJE, *Symbola ad ovi avium historiam ante incubat.* Vrat., 1825.— COLIN, *Traité de physiologie comparée des animaux domestiques*, t. II. Paris, 1854.

DE LA FÉCONDATION.

La fécondation est l'acte par lequel la substance procréatrice mâle entrant en contact avec la substance procréatrice femelle, les matériaux qui les constituent donnent naissance à un nouvel être qui, après un certain degré de développement, pourra vivre indépendamment des êtres dont il tire l'origine.

La rencontre des éléments procréateurs mâles et femelles est naturellement subordonnée à une série d'actes particuliers dont le coït est, en quelque sorte, le prélude.

DU COÏT. — En général le coït s'accomplit difficilement la première fois, et cette difficulté tient d'une part à la résistance que le pénis rencontre dans les parois du canal vaginal, d'autre part à la présence d'un repli du vagin placé à l'entrée de ce conduit, repli qu'on appelle la membrane hymen. L'usage de cette membrane est complétement inconnu.

Plateus la compare au filet de la langue, et croit que son but est de réunir les deux nymphes et de fermer l'entrée du vagin. Haller voyait dans la présence de cette membrane un but moral. Enfin, pour Osiander « chez le fœtus, le vagin est toujoûrs baigné par une certaine quantité de mucus blanchâtre, nécessaire pour empêcher la production d'adhérences entre les parois ; l'hymen est là pour le retenir et empêcher les eaux amniotiques d'arriver à sa place. Après la naissance, il empêche l'entrée de l'urine, de la poussière, de l'air corrompu; enfin les règles apparaissent, le développement est achevé, il n' y a pas d'adhérences à craindre, par l'habitude, l'influence de l'air ne peut plus causer d'accidents; les poils des grandes lèvres arrêtent les poussières... » Mieux vaut avouer notre ignorance sur l'usage de cette membrane que de se payer de telles hypothèses.

Lors du coït, le pénis est en érection ; son intromission dans le vagin est favorisée par la forme même du gland, conique et à sommet tronqué en avant. L'homme alors, prenant un point d'appui sur les coudes et les genoux, exécute une série de mouvements, dont le résultat est le frottement du gland contre les parois rugueuses du vagin. Alors les deux sexes sont dominés par une sensation de plaisir, une sorte de concentration de l'esprit se fait sur l'acte générateur, et, quand la sensibilité du gland semble avoir atteint son plus haut degré, l'éjaculation se fait, et le sperme est déposé dans le canal vaginal.

Influence du coït sur la fécondation. — L'influence du coït sur la fécondation se borne à assurer la pénétration de l'élément générateur mâle dans les parties génitales de la femelle. Les satisfactions sensuelles qui se rattachent à cet acte ne sont, pour la procréation, d'aucune utilité. Et, en effet, des femmes indifférentes aux plaisirs de l'amour sont tout aussi fécondes que des femmes lascives; de plus, des femmes ont pu être fécondées alors qu'elles étaient plongées dans le narcotisme le plus complet, dans le sommeil chloroformique le plus profond. D'autre part les injections de sperme faites chez les animaux et chez la femme semblent bien indiquer qu'en réalité le pénis n'est qu'un instrument destiné au transport de l'élément fécondant.

Ce fut Spallanzani qui, le premier, tenta ces injections chez les animaux. En 1780, il injecta dans la matrice d'une chienne en chaleur, au moyen d'une seringue chauffée à 30 degrés Réaumur, 19 grains de semence émise spontanément par un jeune chien. Quarante-huit heures après, cette chienne cessa d'être en rut; au vingt-troisième jour, son ventre se gonfla; au soixante-deuxième jour, elle mit bas trois petits vivants, deux mâles et une femelle, qui, par leur couleur, ressemblaient, non-seulement à la mère, mais au mâle qui avait fourni la semence. Cette expérience fut répétée avec un succès complet seize mois après, le 12 janvier 1780, par Pierre Rossi, professeur de logique et de métaphysique de l'université de Pise, de concert avec Nicolas Branchi, professeur de chimie à la même université.

Ce fut Hunter qui proposa le premier l'expérience chez l'homme. Consulté par un sujet atteint d'hypospadias, il lui conseilla d'injecter de sa propre semence au moyen d'une seringue échauffée, et sa femme devint enceinte. De nos jours des tentatives semblables ont été proposées un certain nombre de fois par M. Symes. Cet auteur dit avoir essayé sur une demi-douzaine de personnes la fécondation artificielle, une fois il aurait réussi.

RÔLE DU SPERME DANS LA FÉCONDATION. — A l'époque de Leuwenhoeck et de Hartzöker, on pensait que la portion grossière de la semence contribuait seule à la fécondation. Harvey et Vaillant admirent, au contraire, que la fécondation était due à l'émanation subtile d'un principe issu du sperme, l'*aura seminalis*. C'est à Spallanzani que la science est redevable d'avoir démontré le peu de valeur de cette théorie de l'*aura*.

Après avoir déposé dans un verre de montre une certaine quantité de liqueur séminale retirée des testicules d'un crapaud, il prit sur l'ovaire d'une femelle de la même espèce un nombre à peu près équivalent d'œufs qu'il plaça dans un second verre de montre. Puis il disposa les deux verres l'un au-dessus de l'autre, de façon à constituer une lentille creuse renfermant le sperme dans sa partie inférieure et les œufs dans sa partie supérieure. Les deux éléments de la fécondation étaient d'ailleurs retenus sur les parois du verre par la viscosité de leur albumine, et séparés l'un de l'autre par une couche d'air d'environ une ligne d'épaisseur. Ce petit appareil fut placé pendant cinq heures dans une étuve à 18 degrés. Après l'expérience, Spallanzani put constater que la quantité de sperme était sensiblement diminuée par suite de l'évaporation et qu'une légère couche d'humidité s'était déposée sur les œufs. Cette expérience répétée un certain nombre de fois à l'ombre, au soleil, à l'abri du contact de l'air, donna toujours un résultat négatif; il n'y eut jamais fécondation. Par contre, les mêmes œufs et la même semence réunis donnèrent naissance à des têtards. Cette expérience démontrait bien nettement que la fécondation n'était point due à quelque principe qui se serait évaporé du sperme.

Spallanzani chercha de plus à savoir quelle était, dans le sperme, la partie matérielle fécondante. Pour cela il versa du sperme sur un filtre de papier, après l'avoir préalablement délayé dans une petite quantité d'eau à 15 degrés. La liqueur ainsi filtrée fut fécondante ; mais en doublant le filtre, elle le devint un peu moins; avec un filtre composé de sept ou huit feuilles de papier, elle ne le fut plus du tout. Le résidu, mis sur le filtre, en contact avec de l'eau pure, féconda des œufs. Il était bien évident dans cette expérience que ce n'était pas la partie liquide du sperme qui fécondait, mais bien la partie solide, c'est-à-dire les spermatozoïdes. Seulement Spallanzani s'égara sur le rôle des spermatozoïdes ; avec Haller et Bonnet, il croyait à la préexistence du germe, et pensait que la semence du mâle pénétrait dans le fœtus, arrivait au cœur, le stimulait à battre en irritant ses cavités, et animait ainsi le petit être.

Les expériences de Spallanzani répétées par MM. Prévost et Dumas aboutirent au même résultat dans les mains de ces auteurs; ceux-ci, de plus, examinèrent au microscope la partie filtrée, et reconnurent que toute propriété fécondante avait disparu, quand cet instrument ne permettait plus de constater la présence des spermatozoïdes. Après de telles expériences, on ne pouvait plus mettre en doute le rôle exclusif des spermatozoïdes dans l'acte de la fécondation. D'autres preuves, du reste, abondent à l'appui de cette proposition. Ainsi chez les mâles, qui, comme les femelles, ont une époque de rut, les filaments spermatiques n'existent ou ne sont complétement développés qu'à cette époque. Chez la plupart des hybrides, produits d'espèces différentes, les spermatozoïdes manquent; or, dans la généralité des cas, les hybrides sont inféconds (voyez p. 133). Enfin, nous avons vu que l'absence des spermatozoïdes dans le sperme de l'homme entraînait fatalement la stérilité.

TRANSPORT DES SPERMATOZOÏDES DANS L'UTÉRUS, DANS LES TROMPES. — Le mécanisme de ce transport a été sujet de tout temps à discussion. Riolan, Morgagni, Boerhaave, pensaient que la semence était aspirée par la cavité du col. R. de Graaf supposait, de plus, que l'orifice du museau de tanche était mis en rapport avec celui du gland par la contraction spasmodique des fibres musculaires du vagin.

M. Pouchet, de nos jours, admet que, pendant le coït, la matrice et le vagin sont le siége d'un spasme qui chasserait le mucus; après le coït, ces organes reviendraient sur eux-mêmes et aspireraient la semence.

Enfin, pour M. J. Béclard, le sperme est attiré dans l'utérus par la contraction et le relâchement alternatifs du col de l'utérus.

Ces diverses théories sont déduites de la sensation de plaisir ou de succion que certaines femmes éprouvent et rapportent au fond du vagin lors du coït. Mais il est à remarquer que cette sensation tient à la mise en jeu de la sensibilité du col, qui, peu considérable au contact simple, se développe chez certains sujets sous l'influence du frottement exercé sur lui par le pénis. Cette théorie de l'aspiration est du reste renversée par ce fait, c'est que la fécondation est encore possible alors que le col a perdu toute contractilité, comme dans les cas de dégénérescence cancéreuse ou autre.

Pour Blundell et Bischoff, le transport des spermatozoïdes dans les parties profondes des voies génitales serait dû aux mouvements propres de la matrice et des trompes, mouvements qu'ils disent avoir constatés chez les chiennes et les lapines vivantes ou récemment tuées. Ces mouvements ne seraient pas, à proprement parler, antipéristaltiques, mais se dirigeraient immédiatement de l'utérus vers l'ovaire, et ressembleraient à un élan de la trompe vers cet organe. Sans nier les mouvements de la trompe, nous verrons bientôt que ceux-ci ne sont point une condition indispensable.

Quelques auteurs, tels que Henle, M. Joulin, attribuent la pénétration des spermatozoïdes à une sorte d'instinct qui les entraînerait vers

l'ovule ; mais, comme le fait observer M. Coste, chez les crustacés décapodes et les mollusques céphalopodes, les spermatozoïdes sont complétement dépourvus de motilité, ou la perdent dès qu'ils pénètrent dans les organes maternels. Nous nous sommes de plus assuré un grand nombre de fois que des spermatozoïdes vivants de l'homme, de la grenouille, déposés dans les voies génitales externes de lapines en chaleur, se retrouvaient, au bout d'un certain temps, dans toute l'étendue de l'oviducte de celles-ci. On se demande dès lors quel instinct peut diriger ainsi ces filaments spermatiques vers des ovules qu'ils ne pourront évidemment jamais féconder.

Pour Müller, ce serait les cils vibratiles de l'utérus et des trompes qui auraient pour rôle d'opérer le transport des spermatozoïdes. Pour que cette opinion ait sa raison d'être, il faudrait avant tout que ces cils existassent : or, malgré de nombreuses tentatives faites dans le but de les rencontrer sur des utérus de lapines, de cochons d'Inde, de vache, de brebis, nous n'y sommes jamais parvenu; nous en avons, à la vérité, trouvé dans les trompes, mais en quantité si minime, qu'on ne peut réellement leur accorder aucune influence pour le transport des spermatozoïdes.

Pour M. Coste, enfin, la progression des spermatozoïdes serait le résultat d'un phénomène de capillarité; ceux-ci monteraient dans le vagin, l'utérus, les trompes, comme un liquide dans un tube capillaire ou entre deux lames de verre. De même que cet auteur, nous croyons fermement que le transport des spermatozoïdes est un simple phénomène physique, auquel ni la vitalité du sperme, ni celle des parois, que cette humeur touche ne prennent aucune part. Qu'on dépose, en effet, quelques gouttes de sperme fourni de spermatozoïdes, quelle que soit leur provenance, sur les bords de deux plaques de verre superposées, ayant environ 10 centimètres de longueur et séparées l'une de l'autre par une mince couche de liquide, et en moins de quelques minutes on pourra constater la présence des filaments dans toute l'étendue de la couche liquide interposée; que les spermatozoïdes soient morts ou vivants, le phénomène est absolument le même.

Qu'on prenne une vessie de lapin détachée récemment de l'animal et vidée d'urine, qu'on étale cette vessie sur une table, et qu'on dépose au col quelques gouttes de sperme ; bientôt les spermatozoïdes, morts ou vivants, pourront être retrouvés dans toute l'étendue de la paroi interne. Enfin, qu'on détache de la lapine, animal qui nous a servi surtout pour ces sortes d'expériences, l'ensemble des organes génitaux, vagin, matrice, oviductes ; qu'on place du sperme, frais ou non, à l'entrée du vagin que l'on a coupé obliquement à dessein, sans même entre-bâiller l'ouverture, et un quart d'heure, vingt minutes après, les spermatozoïdes pourront être retrouvés depuis le point où ils ont été déposés jusqu'à l'extrémité des trompes. Ces expériences nous autorisent donc à penser que le sperme, après le coït, rencontrant dans l'utérus, le vagin, dans les

trompes, une mince couche de liquide interposée à des parois, diffuse avec ses spermatozoïdes à travers ce liquide et dans tous les sens : une partie des spermatozoïdes s'étale dans le vagin et s'échappe à l'extérieur ; l'autre partie chemine le long du canal qui du museau de tanche mène à l'ovaire. Elles nous autorisent aussi à croire que les mouvements si remarquables des spermatozoïdes doivent s'appliquer à un autre but que celui de leur propulsion vers les parties génitales profondes. Il est à remarquer, du reste, que ces mouvements se réalisent dans les filaments spermatiques des animaux, qui, lors du coït, versent le sperme directement sur les œufs dès que ceux-ci sont sortis des parties génitales femelles, tout comme ils se réalisent chez les animaux qui déposent le sperme dans le canal sexuel.

La théorie que nous venons d'exposer seule est à même de rendre compte d'un fait inexplicable avec les opinions précitées : nous voulons parler de la possibilité de la fécondation, alors que le sperme a été déposé seulement à l'entrée du vagin. On ne peut évidemment, dans ce cas, expliquer le transport du sperme vers l'utérus, ni par un phénomène d'aspiration, ni par quelque mouvement ciliaire ou autre ; la diffusion de l'humeur spermatique à travers le mucus vaginal, au contraire, rend parfaitement compte de la propagation des spermatozoïdes au delà de l'orifice externe. Nous ne nions pas cependant que les mouvements des trompes ne favorisent l'ascension du sperme dans ces conduits ; mais ce mouvement n'a pas d'autre influence que celle qu'aurait l'agitation de deux plaques de verre séparées par une petite couche d'eau et entre lesquelles on voudrait faire passer rapidement une certaine quantité de spermatozoïdes déposés sur les bords des plaques. A coup sûr, ces mouvements ne constituent qu'une cause adjuvante, mais non principale.

M. Joulin a objecté à la théorie de M. Coste que si cette théorie était réelle, le sang des règles, le liquide des injections irritantes faites dans la matrice, devraient passer dans le péritoine, et devenir ainsi des causes fréquentes de péritonite. Mais il est à remarquer que la quantité de sperme qui pénètre jusque dans les trompes est infiniment petite, la plus grande quantité, sans aucun doute, s'échappe au dehors du vagin. Si petite que soit cette quantité, elle contient cependant encore un nombre assez considérable de spermatozoïdes. Par conséquent, la quantité de sang, de liquide irritant qui peut arriver dans le péritoine par le mécanisme dont nous parlons, doit être insuffisante pour donner lieu à aucun accident.

Du lieu ou s'accomplit la fécondation. — La fécondation ne s'accomplit pas indifféremment dans tous les lieux où les spermatozoïdes peuvent rencontrer l'ovule. On doit surtout à M. Coste d'avoir démontré que la fécondation se réalisait normalement, chez les mammifères et les oiseaux, au niveau des ovaires ou dans le quart supérieur de la trompe. M. Coste, à force d'épreuves, a pu opérer le rapprochement entre des chiens et des chiennes après l'époque du rut, alors qu'il supposait que l'ovule était arrivé à une certaine distance du pavillon dans l'oviducte. Or, dans ces

cas, le sperme est parvenu jusqu'à l'ovaire, en passant sur les ovules, sans qu'on ait jamais pu constater la présence d'un seul spermatozoïde sur le vitellus, et même dans l'albumen qui entourait l'ovule. D'après cet auteur, cet albumen disposé en couches stratifiées autour de l'ovule, alors que celui-ci est arrivé à une certaine distance dans la trompe, serait un obstacle à la pénétration des filaments spermatiques dans son intérieur, par cela même à la fécondation.

M. Coste pense que c'est surtout dans l'ovaire que la fécondation s'accomplit. Il explique ainsi comment une copulation actuelle peut, chez certains animaux, féconder une génération éloignée ou une succession de générations. Ainsi une poule peut pondre de cinq à sept œufs fécondés dans l'espace de quinze à dix-huit jours, après un seul accouplement. Chez les crabes, la fécondation ne se ferait même que quatre mois après le rapprochement sexuel. Mais ces faits peuvent aussi bien se comprendre en admettant que les spermatozoïdes peuvent vivre à la surface de l'ovaire et dans les trompes pendant un temps plus ou moins long, et demeurer pendant tout ce temps propres à la fécondation. Il est du reste fort difficile, impossible même, d'admettre que les spermatozoïdes puissent traverser la couche organique qui sépare l'ovule de la surface extérieure de l'ovaire.

Quelques auteurs, rares il est vrai, admettent encore aujourd'hui que la fécondation se fait exclusivement dans la matrice. De ce nombre est M. Pouchet, qui pense que le mucus des trompes est un obstacle à la pénétration des spermatozoïdes à travers ces conduits. Les expériences précédentes de M. Coste ruinent nécessairement cette opinion; si celles-ci ne suffisaient pas, il en est d'autres dans la science qu'on pourrait invoquer. Ainsi Nuck, après avoir assisté à l'accouplement d'une chienne, plaça, trois jours après, une ligature à l'une des cornes de la matrice, et au bout de quelque temps il trouva deux fœtus arrêtés dans la trompe. Haighton, Cruikshank, ont obtenu par la même opération, faite dans des conditions analogues, des résultats semblables. D'autre part, Bischoff, R. Wagner, Barry, ont pu constater, après l'accouplement, des spermatozoïdes sur l'ovaire. Dans une des expériences de Bischoff, faite vingt heures après l'accouplement sur une chienne, cet auteur en trouva sur les franges du pavillon et dans la poche péritonéale qui entoure complétement l'ovaire. Enfin, l'existence incontestable des grossesses abdominales, caractérisées par le développement d'un fœtus dans la cavité péritonéale, est un argument sans réplique contre ceux qui soutiennent que la fécondation ne peut s'opérer que dans l'utérus.

DE L'INSTANT DU TEMPS LE PLUS PROPICE POUR LA FÉCONDATION. — Cette question découle de certaines notions que nous avons acquises jusqu'ici. Nous avons vu : 1° que la menstruation cessait aussitôt ou peu après que l'ovule s'était échappé de l'ovaire (page 262) ; 2° que l'ovule n'était fécondé que dans le dernier quart de l'ovaire (page 285) ; 3° que les spermatozoïdes pouvaient vivre dans la profondeur des voies génitales de la femme, au

moins sept à huit jours (page 179). Avec ces trois éléments, la question posée en tête de ce paragraphe doit être nécessairement résolue de la façon suivante : l'instant le plus propice pour la fécondation est celui qui correspond à la fin de l'époque menstruelle ou peu de temps après ; et pour que le coït soit fructueux, il est nécessaire qu'il soit pratiqué ou un peu avant, ou pendant, ou un peu après la menstruation. Presque de tout temps ce rapport entre le coït, les règles et la fécondation a été signalé. Hippocrate recommandait aux femmes qui voulaient avoir des enfants de pratiquer le coït au moment des règles. Galien soutenait que c'était après la menstruation que la conception se faisait le plus facilement. Boerhaave affirmait que les femmes ne deviennent presque jamais enceintes qu'à la fin de leurs règles. Haller disait qu'il était inutile d'insister sur ce fait, la chose étant très-connue. Dans ces derniers temps, M. Raciborski a repris cette question, s'entourant de toutes les précautions possibles pour savoir exactement, chez des femmes enceintes, l'époque des dernières règles et celle des rapports sexuels. Il a choisi pour cela des femmes de la classe ouvrière, qui s'étaient abandonnées à leurs amants seulement un jour déterminé, jour dont elles avaient facilement conservé le souvenir. Or, sur quinze femmes, cinq, c'est-à-dire le tiers, devinrent enceintes à la suite de rapports sexuels pratiqués deux ou trois jours avant l'époque présumée des règles. Une de ces quinze femmes devint incontestablement enceinte le premier jour de ses règles. Chez huit femmes, la conception eut lieu à la suite d'un rapport sexuel un ou deux jours après la fin des règles. Chez une seule, la conception eut lieu le dixième jour après les règles. Ces résultats, comme on le voit, s'accordent exactement avec les données que la physiologie nous enseigne.

M. Coste, cependant, ne partage point l'opinion de M. Raciborski : Pour lui, la fécondation pourrait se faire en tout temps, aussi bien dans l'intervalle intermenstruel que pendant l'époque menstruelle. La chute de l'œuf dans l'intervalle intermenstruel pourrait s'effectuer d'une façon prématurée par le fait d'excitations érotiques, et la fécondation s'étant alors réalisée dans l'ovaire, l'hémorrhagie menstruelle ne se ferait pas. Cette opinion n'est acceptable qu'avec l'opinion professée par M. Coste touchant la possibilité de la fécondation dans l'ovaire. Encore faudrait-il, avec cette opinion, reconnaître que l'ovule, fécondé dans l'intérieur même de la glande, ne jouisse plus de la propriété d'exciter assez énergiquement les nerfs ovariens pour amener la menstruation. Si, comme nous le pensons, la fécondation se fait en dehors de l'ovaire, la conception ne peut évidemment annuler le travail menstruel qui, nécessairement, précède la déhiscence de l'ovule.

DE LA PÉNÉTRATION DES SPERMATOZOÏDES DANS L'ŒUF. — Rarement il s'introduit dans l'œuf qui doit être fécondé un seul spermatozoïde. MM. Prévost et Dumas ont constamment trouvé sur des œufs de grenouille, arrosés de sperme, plusieurs filaments spermatiques. Dans les recherches faites en Angleterre par Newport, le travail embryogénique

avortait toujours dans les œufs qui n'avaient reçu le contact que d'un ou deux spermatozoïdes, tandis qu'il se poursuivait d'une manière normale là où la dose de matière fécondante avait été notablement plus forte.

Comment se fait la pénétration des spermatozoïdes dans l'intérieur de l'ovaire? Déjà nous avons vu que Remak et Leidig avaient cru apercevoir, dans l'épaisseur de la membrane vitelline, des conduits en nombre considérable qu'ils regardent comme devant donner passage aux filaments spermatiques. Nous avons dit aussi que ces auteurs s'en étaient sans doute laissé imposer par des lignes de contact des cellules du disque proligère. En 1850, Barry découvrit à la surface de l'œuf une petite ouverture qu'il regarda comme devant donner passage aux filaments spermatiques. Depuis Barry, cette ouverture a été vue un grand nombre de fois et chez de nombreuses espèces animales; elle a été constatée par Nilson sur l'*Ascaris mystax*, par Newport sur l'œuf de la grenouille, par Keber chez certains mollusques; c'est ce dernier auteur qui lui donna le nom de *micropyle*. En 1854, Bischoff, qui s'était le plus élevé contre l'assertion de Barry, s'y rendit, et déclara qu'il avait formellement constaté le passage des spermatozoïdes dans l'intérieur de l'œuf, tant chez la lapine que chez la grenouille. Bruch l'a signalé dans l'œuf de beaucoup de poissons; M. Coste, chez le saumon, la truite, l'épinoche, et Müller chez les ascarides, les lombrics, les mouches, les cousins, les coléoptères, les lépidoptères, les hyménoptères. Enfin, M. Ch. Robin a vu, chez les néphélis, les spermatozoïdes se mouvoir rapidement autour de l'œuf, traverser la membrane vitelline en un point qui est toujours le même, et arriver entre elle et le vitellus. Presque toujours, lorsque la pénétration cessait, il restait un faisceau de filaments arrêtés dans le micropyle. Cet auteur ne constata cependant l'existence de celui-ci que par ce dernier fait, et par celui de la pénétration des spermatozoïdes; la minceur et la transparence de la membrane vitelline empêchaient qu'on ne le vît directement.

L'existence du micropyle est donc un fait aujourd'hui mis hors de doute chez un grand nombre d'espèces animales. Lui seul paraît expliquer comment les spermatozoïdes munis d'une tête peuvent parvenir au delà d'une membrane telle que la membrane vitelline, d'une certaine épaisseur et d'une certaine résistance. A la rigueur, on comprendrait qu'il puisse manquer dans les ovules de femelles qui doivent entrer en contact avec des spermatozoïdes effilés et sans tête; c'est du moins l'idée qui vient à l'esprit quand on examine les filaments sétiformes de la grenouille, et surtout quand on voit, dans certaines préparations, de ces filaments ayant transpercé d'outre en outre des cellules ou des noyaux spermatiques.

Si le passage des spermatozoïdes dans l'ovule ne se fait qu'à la faveur du micropyle, il semble de prime abord que ceux-ci aient bien peu de chance pour le traverser. Mais c'est ici qu'il faut sans doute faire intervenir l'utilité du mouvement des filaments spermatiques. Ces filaments, entraînés par une sorte de courant à travers les trompes, trouvent nécessairement, un grand nombre du moins, dans l'œuf, un obstacle; arrivés à

sa surface, ils se meuvent probablement tout autour de lui et en tout sens; dès lors il n'est plus extraordinaire que dans la quantité des spermatozoïdes qui entourent l'ovule, quelques-uns s'engagent dans l'orifice que celui-ci possède.

DES SPERMATOZOÏDES DANS L'OVULE. — Parvenus dans l'intérieur de l'ovule, tous les spermatozoïdes ne paraissent pas servir à la fécondation, c'est ce qui semble résulter des recherches de M. Ch. Robin. Chez les néphélis, on en retrouve, en effet, entre l'embryon et la membrane vitelline, jusqu'au moment de l'éclosion, mais ils sont moins nombreux qu'à l'époque où ils étaient encore doués de mouvements dans l'ovule, en raison de la disparition de ceux dont la substance a servi directement à la fécondation. La quantité de ceux qui persistent varie nécessairement d'un œuf à l'autre.

Que deviennent les spermatozoïdes qui servent à la fécondation ? Sans aucun doute, ils se dissolvent et s'unissent molécule à molécule à la substance vitelline, puisqu'on ne les retrouve plus; cette dissolution paraît même s'effectuer assez rapidement, car on n'en a jamais rencontré en voie de destruction. Ce fait a d'autant lieu de surprendre que, comme nous l'avons vu (page 182), les spermatozoïdes résistent aux agents chimiques, même les plus énergiques, d'une façon remarquable. Comment maintenant l'union intime de la substance du spermatozoïde avec celle de l'ovule concourt-elle à éveiller en celui-ci ce travail remarquable qui va donner naissance à un être nouveau, problème insoluble sans doute à tout jamais? La limite de nos connaissances s'arrête donc à ce point : la fécondation est le résultat du mélange intime de substance organique fournie en proportion variable, d'une part par la femelle, d'autre part par le mâle, mélange qui, seul, peut nous expliquer l'hérédité des caractères de ressemblance, d'instinct, de tempérament, de maladies, de vice de conformation (voyez page 130).

DIVERSES OPINIONS SUR LA PROCRÉATION DES SEXES A VOLONTÉ. — La question de la procréation des sexes à volonté est une de celles qui ont le plus intrigué l'esprit humain; aussi les opinions émises à ce sujet sont-elles fort nombreuses, nous ne rapporterons que les principales.

D'après Hippocrate : « Si l'homme veut engendrer un garçon, il a des rapports avec la femme à la fin de ses règles, ou bien quand elles viennent de cesser. Il enfonce autant qu'il peut jusqu'à l'éjaculation. Si c'est une fille, il a des rapports au plus fort des règles ou du moins coulant encore; il se liera le testicule droit autant qu'il pourra le supporter ; pour un garçon, il se liera le testicule gauche. » Nous verrons tout à l'heure combien la partie de cette opinion qui a trait à l'influence de l'instant du coït, par rapport aux règles, se rapproche des idées émises le plus récemment sur le sujet qui nous occupe. Quant à l'influence de la ligature de tel ou tel testicule sur la procréation d'une fille ou d'un garçon, elle est réfutée par ce fait que des monorchides, ou des individus castrés de l'une ou l'autre glande séminale, ont eu indifféremment des enfants de l'un ou l'autre sexe.

Millot, à la fin du dernier siècle, a attribué la procréation de tel ou tel sexe à l'influence des ovaires. L'ovaire droit fournirait des œufs mâles, le gauche des œufs femelles, et la femme qui veut des filles devrait, pour les concevoir, se coucher sur le côté gauche pendant la copulation. Mais les femmes qui, accidentellement ou de naissance, ont été privées d'un ovaire, ont eu des enfants de l'un ou l'autre sexe.

Girou de Buzareingues a prétendu que la vigueur de l'un des parents détermine le plus souvent le sexe de l'enfant: un mâle vigoureux et une femelle affaiblie engendreraient un mâle, tandis qu'une femelle vigoureuse et un mâle affaibli engendreraient une femelle. Le contraire est observé trop de fois pour accorder la moindre confiance à cette opinion. Nous en dirons autant de l'opinion suivante, que partageaient surtout Sadler, Hofacker et Boudin : 1° Le sexe masculin prédomine quand le père est plus âgé que la mère. 2° Le sexe féminin prédomine quand la mère a été plus âgée que le père. 3° Les deux sexes tendent à s'équilibrer, avec une légère prédominance du sexe féminin, quand le père et la mère sont de même âge.

Nous arrivons à la théorie qui, seule est vraiment digne d'attirer l'attention, par cela même qu'elle est déduite d'observations faites sur les animaux: c'est celle de M. Thury. Le sexe, pour cet auteur, dépend du degré de maturité de l'œuf au moment où il est fécondé. L'œuf qui n'a pas atteint un degré donné de maturité fournit une femelle; quand ce degré de maturité est dépassé, l'œuf fournit un mâle.

Les expériences qui ont conduit M. Thury à cette conclusion ont été tentées sur des individus de la race bovine, et ont consisté à faire saillir un certain nombre de vaches au commencement du rut, un certain nombre d'autres à la fin de cette époque. Dans le premier cas, M. Thury a toujours obtenu des femelles ; dans le second cas, des mâles.

Ces expériences répétées par un agronome distingué de la Suisse, M. G. Cornaz, ont fourni les mêmes résultats. Dans vingt-neuf tentatives, toutes ont donné le produit cherché, mâle ou femelle; il n'y eut pas un seul cas d'insuccès.

Si l'on applique à l'espèce humaine la théorie précédente, faisant appel à ce que la physiologie enseigne sur le rapport qui existe entre l'ovulation et la menstruation, il devrait résulter que, pour avoir une fille, il faudrait pratiquer le coït avant les règles ou un peu après, afin que les spermatozoïdes trouvent un œuf peu mûr; pour avoir un garçon, il faudrait pratiquer le coït un ou plusieurs jours après les règles, afin que les spermatozoïdes trouvent un œuf plus mûr. Mais un grand nombre de faits déposent manifestement contre une telle assertion ; il est à remarquer, du reste, que, par raison de propreté ou autre, les rapports conjugaux ont rarement lieu à l'époque de la menstruation : le nombre des garçons devrait donc excéder de beaucoup le nombre des filles. Ce n'est pas ce qui a lieu. En réalité, il naît plus d'enfants du sexe masculin que du sexe

féminin, mais dans une proportion très-faible (106 garçons pour 100 filles en France).

La loi de M. Thury est-elle plus applicable aux ovipares? c'est ce que M. Coste a cherché à vérifier. Pour cela, il a pris une poule vierge qu'il a séparée du coq immédiatement après la première approche; il a ensuite mis à part le produit des pontes successives, en ayant soin de donner à chaque œuf son numéro d'ordre. Si la loi de M. Thury était vraie pour la poule, M. Coste aurait dû trouver, en ouvrant les œufs quelques jours après, des poulets mâles ou femelles suivant l'ordre de la ponte. Les œufs pondus les premiers étaient évidemment les plus développés au moment de la fécondation, ils devaient produire des mâles et les autres des femelles. Mais cette régularité successive des mâles et des femelles ne s'est point manifestée.

D'après ce que nous venons de dire, nous croyons que c'est se bercer d'espérances illusoires que de vouloir, dans l'espèce humaine, trouver le moyen de procréer à volonté garçons ou filles. Pour nous, le sexe dépend de la proportion de matière qui entre dans la constitution des spermatozoïdes fécondants, par rapport à celle qui entre dans la constitution de l'ovule fécondé. Or, comment réaliser à volonté un pareil résultat? Peut-être cependant, chez les mammifères, les spermatozoïdes trouvent-ils dans l'abondance plus ou moins grande du mucus des trompes et de l'utérus, au commencement et à la fin des chaleurs, des conditions qui entravent ou favorisent leur propulsion dans les parties génitales profondes. De là, la pénétration d'une quantité plus ou moins considérable de spermatozoïdes dans les ovules, suivant telle ou telle époque. Ainsi s'expliqueraient, mieux que par l'influence de la maturité de l'ovule, les résultats si remarquables signalés par M. Thury.

Index bibliographique (Fécondation). — HALLER, *Elementa physiologiæ*. — IDEM, *Réflexions sur le système de la génération de M. de Buffon*. Genève, 1751. — SPALLANZANI, *Expériences pour servir à l'histoire de la génération*. Paris, 1787. — ROSSI, *Opuscoli scelti de Milano*, t. V. — HUNTER, *Œuvres*. — M. SYMES, *Notes cliniques sur la chirurgie utérine dans ses rapports avec le traitement de la stérilité*. Paris, 1856. — HARVEY, *Exercitationes de generatione animalium*. Amsterdam, 1662. — HARTSŒCKER, *Cours de physique et extrait des lettres de Leuwenhœck*. La Haye, 1730. — LEUWENHOECK, *A. de animaliculis variorum animalium spermaticis agitur* (*Opera omnia*. Leyde, 1722). — PRÉVOST et DUMAS, *Mémoires sur la génération* (*Annexes des sciences naturelles*, 1821, t. III). — BOERHAAVE, *De conceptu* (*Prælect. academ.*, Francfort, 1782). — REGNIER DE GRAAF, *De mulierum organisgenerationi inservientibus*. Leyde, 1672. — POUCHET, *Théorie positive de l'ovulation spontanée et de la fécondation dans l'espèce humaine et les mammifères*. Paris, 1847. — J. BÉCLARD, *Physiologie humaine*. — BLUNDELL, *Researches Physiol. and Pathol.* Londres, 1824. — BISCHOFF, *Développement de l'homme et des mammifères*. — HENLE, *Progression des spermatozoaires*. Paris, 1843. — JOULIN, *Traité complet d'accouchements*. Paris, 1866. — MÜLLER, *Manuel de physiologie*, t. II. Paris, 1845. — COSTE, *Embryogénie comparée*, 1837. — NUCK, *Fecondation, adenogra curio* (*Opera omnia*, Leyde, 1737). — HAIGHTON, *Recherches expérimentales concernant la fécondation* (*Physiol. Transact.*, 1797). — WAGNER, *Histoire de la génération et du développement*, 1841. — BARRY, *Philos. Transact.*, 1839. — HIPPOCRATE, *Opera omnia*, édition de Foës. Francfort, 1596. — GALIEN, *Comment. III in Hippocrat. libr. II*, edit. oper., edit. cur. D. Kuhn. Leipsick, 1828. — BOERHAAVE, *Prælectiones academicæ*: *De conceptu*. Göttingue, 1744. — RACIBORSKI,

Traité de la menstruation. Paris, 1868. — G. NEWPORT, *On the Impregnation of the Ovum in the Amphibia* (*Philos. Trans.*, 1850). — BARRY, *Researches on Embryology*, third series (*Philos. Trans.*, 1840). — NILSON, *Philos. Trans.*, 1852. — KEBER, *Ueber den Eintritt der Samenzellen in dem Ei* (*Beiträge zur Physiologie der Zeugung*. Königsberg, 1853). — BISCHOFF, *Widerlegung des fon Dr Keber bei den Nagaden and Dr Nelson bei den Ascariden behaupteten Eindringens der Spermatozoïden in das Ei*. Giessen, 1853. — BRUCH, *Ueber die Mikropyle der Fische* (*Zeitschrift für wissensch. Zoologie*, 1854, t. VII). — MEISSNER, *Beobachtungen über das Eindringen der Samenelemente in den Dotter* (*Zeitschrift für wissensch. Zoologie*, 1854).—CH. ROBIN, *Des phénomènes qui se passent dans l'ovule avant la segmentation du vitellus* (*Journal de physiologie de l'homme et des animaux*, t. V). — HIPPOCRATE, traduction de Littré, vol. VIII, p. 501. — MILLOT, *Histoire physiologique de la génération, suivie de l'art de procreer les sexes à volonté*, 5e édition. Paris, 1830. — GIROU DE BUZAREINGUES, *De la génération*. — THURY, *Mémoire sur la production des sexes chez les plantes, les animaux et l'homme*. Paris et Genève, Cherbuliez, 1863.

DE LA FÉCONDITÉ ET DE LA STÉRILITÉ.

Par fécondité, on entend l'aptitude plus ou moins grande qu'ont les mâles ou les femelles de se reproduire; par stérilité, on entend l'absence de cette aptitude.

La fécondité se détermine : 1° d'après le nombre des individus qui naissent dans un seul et même acte de procréation ; 2° d'après le nombre d'actes de procréation qui ont lieu pendant un laps de temps déterminé, ou pendant la vie de l'individu procréateur.

La procréation simultanée, excessive dans ses résultats chez les classes inférieures, tend à diminuer de plus en plus dans les classes supérieures. C'est par mille, centaines de mille et millions que sont pondus et que se développent les œufs chez les insectes, les reptiles et les poissons. Chez les oiscaux, le nombre n'est jamais au-dessous de deux, rarement au-dessus de dix ; chez les mammifères, il varie de un à quinze.

Dans l'espèce humaine, en général, un seul œuf se détache de l'ovaire et est fécondé ; exceptionnellement deux, trois, quatre, cinq, peuvent simultanément sortir d'autant de vésicules de de Graaf, et subir efficacement l'imprégnation spermatique. Peut-être deux œufs peuvent-ils s'échapper d'une même vésicule, comme chez certains animaux où le fait a été observé; toutefois il n'a pas encore été signalé chez la femme. D'après Sussmilch, cité par Burdach, la proportion entre les enfants qui naissent au monde seuls et les jumeaux est : en Allemagne, de 60 ou 70 : 1; en France, de 70 ou 80 : 1; en Angleterre, de 72 : 1; à l'hospice de la Maternité de Paris, 91 : 1; à l'Hôtel-Dieu, de 100 : 1. On verrait un cas de jumeaux triples sur 6 à 7000 naissances à peu près, un cas de jumeaux quadruples sur 25 à 50 000, et de jumeaux quintuples sur plusieurs millions peut-être.

Certaines familles se font remarquer par une grande fécondité. Au dire d'Osiander, une femme qui avait eu 32 enfants en onze couches était venue elle-même au monde avec trois autres, et sa mère avait eu 38 en-

fants. Une autre femme accoucha de 5 enfants à la fois et sa sœur de 3. Derham, cité par Burdach, parle d'une femme qui n'avait eu que 16 enfants, dont 11 seulement se marièrent, et cependant, lorsqu'elle mourut à l'âge de quatre-vingt-treize ans, elle comptait 114 petits enfants, 228 arrière-petits enfants et 900 enfants de ces derniers ; en tout, 1258 descendants.

La fécondité est beaucoup plus considérable dans les climats chauds que dans les autres climats, c'est là ce qui permet aux habitants de lutter contre les causes incessantes de la dépopulation résultant des conditions climatologiques. Dans l'antiquité, en Perse, à Rome, à Sparte, en Phénicie, à Carthage, l'infanticide était, sinon permis, du moins toléré sous forme de sacrifices particuliers aux dieux. En Chine, on sacrifie les enfants nouveau-nés par milliers. Cependant il ne faudrait pas croire, que dans les pays tempérés ou froids la fécondité ne puisse pas acquérir un degré assez imposant. Selon un journal allemand (*Preuss. medic. Vereins Zeit.*, 1855, n° 28, p. 132), la fécondité des femmes russes serait quelquefois extraordinaire. Une femme avait eu 57 enfants, quatre fois 4 enfants en même temps, sept fois 3 enfants, et dix fois des jumeaux. Selon le même journal, les femmes qui accouchent de 5, 4, 3 enfants sont fréquentes en ce pays.

Il est certaines époques de l'année qui paraissent plus favorables à la fécondité que d'autres. Villermé, recherchant quelle était l'influence des divers mois sur la fécondation, les a classés dans l'ordre suivant en commençant par le plus fécond :

Mai.	Janvier.
Juin.	Août.
Juillet.	Novembre.
Février.	Septembre.
Mars.	Octobre.
Décembre.	

On voit, d'après ce tableau, que c'est à l'époque où tout semble renaître à la vie dans la nature que se fait le plus grand nombre de conceptions. Mais cette sorte d'influence exercée par les saisons peut s'expliquer de deux façons : ou la température influe sur l'appétit vénérien et excite au coït, de là des rapprochements plus fréquents, par conséquent plus de grossesses assurées ; ou la température, exaltant la vitalité des testicules et des ovaires, est la cause d'une aptitude plus grande à la fécondation des ovules et des spermatozoïdes, et dès lors les rapprochements, sans être plus considérables, sont plus fructueux. Pour juger cette question, M. Villermé a eu l'idée de rechercher quelle était l'époque de l'année où il se commettait le plus de viols et d'attentats à la pudeur. Cette époque était précisément celle du printemps ; ce qui semble démontrer que c'est

à une excitation de l'appétit vénérien aux premiers beaux jours qu'est réellement dû le plus grand nombre de conceptions à ce moment.

La diminution de la fécondité peut être un effet calculé des habitudes d'ordre et de prévoyance. Dans les classes supérieures de la société, le nombre des enfants est toujours inférieur à celui des classes pauvres, parce que les parents songent à perpétuer dans leur descendance certaines conditions d'aisance et de supériorité sociale. La pauvreté d'un peuple, sa démoralisation, la guerre, sont des causes qui tendent puissamment à diminuer le chiffre des naissances. Enfin, le carême tel qu'on l'observe, et surtout tel qu'on l'observait autrefois, diminue d'une façon notable le nombre des conceptions, au moins pendant qu'il dure. (Villermé.)

On peut se faire une idée de la fécondité relative des mariages dans divers pays de l'Europe par le tableau suivant emprunté à Boudin :

Pays.	Années.	Moyennes du nombre d'enfants par couples.
Suède	1821-26	4,03
Pays-Bas	1825-30	4,03
Prusse	1820-34	4,38
Angleterre	1810-20	3,98
France	1817-28	3,90
Belgique		4,40
Hanovre	1825	4,21
Mecklembourg	1836	4,69
Autriche	1828-34	4,12
Wurtemberg	1821-25	4,27
Courlande	1828	4,23
Islande	1825-27	5,18
Genève	1814-33	2,75
Guanaxalo	1825	4,34

On compte 1 naissance en Russie, en 1842, sur 23 habitants; en Autriche, en 1840, 1 sur 26 habitants; en Prusse, en 1840, 1 sur 27 habitants; en Angleterre, en 1841, 1 sur 31 habitants.

La fécondité ne paraît pas être toujours au même degré chez certaines femmes aux diverses périodes de leur vie. Ainsi on voit des femmes demeurer dix ans, vingt ans après leur mariage sans avoir de grossesse; puis, à partir de cette époque, elles ont plusieurs grossesses successives. On en voit d'autres qui ont plusieurs grossesses en peu de temps, puis qui restent infécondes pendant un certain nombre d'années, et ont de nouveau des enfants. Il est fort difficile de dire la raison de ces faits, faisant abstraction, bien entendu, des cas où la volonté de l'homme intervient pour éviter toute conception; mais, il est probable que cette infécondité, qui dure pendant un certain temps, se rattache à quelques circonstances, pour ainsi dire fortuites, accidentelles, ou anomales, telles que les suivantes : ainsi

il est à peu près sûr, comme nous l'avons vu, que, chez certaines femmes, régulièrement menstruées cependant, la déhiscence d'une vésicule de de Graaf ne se fait pas à chaque époque, cette déhiscence ne s'opérant que de temps à autre, à des intervalles plus ou moins éloignés; il est évident que ces femmes sont moins exposées à la fécondation que celles chez qui l'ovulation est mensuelle. D'autre part, quel que soit le mécanisme de la trompe pour s'étaler sur la vésicule, on peut comprendre que son redressement se fasse quelquefois d'une façon imparfaite, et dès lors l'œuf tombe dans la cavité abdominale, où il a grande chance d'échapper à l'action des filaments spermatiques; on conçoit que cette anomalie fonctionnelle puisse persister pendant un certain temps et disparaître ensuite. L'abondance et la trop grande consistance du mucus du col utérin, certaines dispositions vicieuses ou morbides de la muqueuse de la matrice et des trompes, peuvent aussi, à certains moments, mettre obstacle à la pénétration des spermatozoïdes ou à la descente de l'ovule, cet obstacle pouvant disparaître sous l'influence de l'écoulement menstruel ou d'autres causes. L'infécondité apparente de certaines femmes peut tenir encore à ce qu'elles ne se livrent au coït que dans l'intervalle intermenstruel. Enfin, il est possible que les spermatozoïdes de l'homme ou l'ovule de la femme aient perdu, à un moment donné, sous l'influence d'un état général passager, les qualités requises pour que leur union soit féconde, et qu'ils reprennent plus tard ces qualités.

La stérilité a, pour le médecin, un intérêt bien plus grand que la fécondité; s'il est en effet facile de pourvoir à une fécondité excessive sans que le médecin ait besoin de donner conseil, il n'en est pas de même de la stérilité, qui n'est curable, dans un grand nombre de cas, que par des moyens chirurgicaux.

La stérilité serait, selon certains auteurs, d'une fréquence assez grande. M. Simpson a trouvé que, sur 1252 mariages, 146, c'est-à-dire 1 sur 8,50 environ, ne donnèrent lieu à aucune descendance. C'est aussi le chiffre admis par MM. Spencer Wells et Symes. Nous croyons qu'il y a, dans cette opinion, une certaine exagération; il suffit de regarder autour de soi, de passer en revue les familles que l'on connaît, pour constater que la stérilité est loin d'atteindre un chiffre aussi important.

La stérilité dépend-elle plutôt de la femme que de l'homme, ou inversement? La plupart des gynécologistes croient qu'elle dépend plutôt de la femme; mais il nous semble que cette opinion résulte de ce que ces médecins, portant leur attention d'une façon plus spéciale sur les maladies des organes génitaux de la femme, exagèrent dans cette question l'importance de certaines lésions qu'ils rencontrent. Pour nous, si nous avions égard au grand nombre d'observations où nous avons constaté, chez des hommes qui nous interrogeaient sur la stérilité de leur union, l'absence des spermatozoïdes dans l'humeur spermatique, nous mettrions de préférence la stérilité sur le compte de l'homme. Cependant nous tenons à de-

meurer dans une sage réserve en face des paroles suivantes de l'honorable M. Courty : « Plus on vieillit dans la pratique médicale, dit-il, plus on acquiert la certitude que la stérilité dépend plutôt de la femme. Quand une union dure plusieurs années sans enfant, la cause en est chez la femme au moins neuf fois sur dix. »

Chez la femme, la stérilité peut tenir à une cause générale. Chez les femmes obèses elle est assez fréquente ; la chlorose, la scrofule, le lymphatisme, sont des causes réelles de stérilité, quoique, cependant, on voie souvent des femmes de constitution faible et maladive être fécondes, tandis que d'autres, luxuriantes de santé, restent stériles.

L'abus des alcooliques conduit fréquemment la femme à la stérilité ; l'alcool, agissant sur les ovaires, détermine, comme nous l'avons déjà vu, leur atrophie.

Beaucoup d'auteurs pensent que, chez les prostituées, la stérilité est la règle; mais Parent-Duchâtelet a démontré que cette assertion était exagérée. Celui-ci a reconnu cependant que les prostituées sont beaucoup moins fécondes qu'elles ne le seraient en menant une vie conforme aux lois de la nature. Une question de ce genre est difficile à résoudre, même avec les statistiques en main, car beaucoup de ces femmes avortent à la suite de leurs excès ou par provocation involontaire, et l'on prend souvent pour des métrorrhagies simples de véritables avortements. Il est certain, cependant, que des filles publiques ont eu 7, 8, 10 enfants.

On attribue aux unions consanguines une certaine influence sur la stérilité, mais cette question est loin d'être résolue.

Burns et Ev. Homes avaient admis que les femmes nées jumelles avec un enfant du sexe masculin sont infécondes. Cribb, Sampson, ont fait justice de cette opinion.

L'âge est une cause de stérilité relative, la fécondité a de la tendance à se supprimer à mesure qu'on approche du terme de la menstruation.

La plupart des causes qui donnent lieu à la stérilité chez la femme résident dans les organes de la génération; elles sont de trois ordres : les unes s'opposent à l'ovulation, les autres mettent obstacle à la progression des spermatozoïdes ou de l'ovule, les troisièmes enfin éteignent la vitalité des spermatozoïdes.

Parmi les premières, c'est-à-dire celles qui s'opposent à l'ovulation, nous citerons l'absence des ovaires, les dégénérescences cancéreuses, kystiques, fibreuses, de ces organes, enfin leur atrophie.

Les secondes, c'est-à-dire celles qui s'opposent à la rencontre des spermatozoïdes et de l'ovule dans les voies génitales, sont contenues dans le tableau suivant :

Imperforation de l'hymen.	
Brides cicatricielles du vagin.	
Cloisons	—
Rétrécissements	—

Absence du vagin.
Atrésie —
Brièveté —
Spasme du muscle bulbo-caverneux.

Arrêts de développement de l'utérus.
Absence —
Atrophie —
Hypertrophie —
Imperforation —
Rétrécissements —
Polypes —
Versions —
Flexions —
Excès de longueur du col —

Rétrécissements de la trompe.
Obstructions —
Absence —
Absence de franges ou des pavillons de la trompe (Baillie).
Multiplication des orifices abdominaux et des pavillons de la trompe (Richard).
Trompes rudimentaires.

De toutes ces causes, les plus fréquentes, sans contredit, sont les versions et les flexions utérines. Selon M. Symes, 1/3 de femmes stériles sont atteintes d'antéversion, 1/3 de rétroversion. D'un autre côté, sur 272 femmes stériles, M. Mayer en a trouvé 97 qui étaient atteintes de flexion.

Les troisièmes causes de la stérilité, c'est-à-dire celles qui sont dues à l'altération des spermatozoïdes dans les organes génitaux de la femme, sont les suivantes : l'acidité du mucus vaginal, quand elle est très-développée; l'alcalinité du mucus du col, quand elle est exagérée. Mais cette dernière cause est rare; le mucus du col nuit surtout à la fécondité par sa consistance, qui ne lui permet pas, quand celle-ci est très-développée, d'être traversé par les spermatozoïdes. Des lavages à l'eau froide, pratiqués après le coït, doivent être signalés parmi les causes de la stérilité. M. P. Dubois a cité à l'appui de cette opinion l'observation d'une femme qui, par mesure de propreté et peut-être par prudence, avait continué de se faire une injection d'eau froide après chaque rapprochement sexuel. Cette femme resta inféconde tant qu'elle eut recours à cette pratique; mais, un jour, n'ayant que de l'eau tiède sous la main, elle crut qu'il n'y avait pas d'inconvénient à s'en servir, et ce jour-là elle conçut. Ce que nous disons des lavages à l'eau froide, sans addition d'aucune substance étrangère, s'applique à plus forte raison aux lavages avec l'eau contenant des principes nuisibles à la vitalité des spermatozoïdes, alcool, tannin, sublimé, éther, créosote, etc.

M. Backer Brown admet encore une espèce de stérilité par action sympathique ou réflexe, ayant son origine dans les maladies d'organes contigus à l'utérus, telles que les tumeurs vasculaires du méat urinaire

et les maladies du rectum (hémorrhoïdes fluentes, fistules, fissures, prolapsus anal, cancer, ascarides).

Chez l'homme, la stérilité peut reconnaître pour causes : 1° l'absence du sperme éjaculé (aspermatisme) ; 2° certains obstacles placés sur le trajet de l'urèthre, qui rendent l'éjaculation difficile (dyspermatisme) ; 3° l'absence de spermatozoïdes dans le sperme éjaculé (aspermatozie) ; 4° certains vices de conformation des parties génitales extérieures.

Nous ne dirons rien de l'aspermatisme qui nous a déjà occupé (voyez page 184).

Le dyspermatisme survient surtout dans les cas de rétrécissements urinaires, quelle qu'en soit la nature. Il n'est toutefois une cause de stérilité que quand la coarctation est assez considérable pour ne laisser passer, lors du coït, qu'une très-faible quantité de sperme, la plus grande partie restant en deçà du rétrécissement.

Quant à l'aspermatozie, signe infaillible de stérilité, nous n'avons ici qu'à rappeler qu'elle se rencontre chez les cryptorchides, chez les individus atteints d'épididymites bilatérales, d'atrophie testiculaire assez considérable d'orchites syphilitiques doubles, d'affections tuberculeuses des deux testicules et même d'un seul, de spermatorrhée à un degré avancé. Nous avons vu aussi que l'absence des spermatozoïdes pouvait être constatée dans le sperme de sujets indemnes de toute lésion testiculaire, et doués de la plus belle santé.

Enfin les vices de conformation de l'appareil génital externe qui amènent la stérilité sont l'absence ou l'état rudimentaire du pénis, l'hypospadias et l'épispadias, l'hermaphrodisme. Les quatre premiers vices de conformation, toutefois, ne produisent l'infécondité que s'ils ne permettent pas la pénétration du sperme dans l'appareil génital externe de la femme, à supposer qu'ils ne soient point accompagnés d'aspermatozie. Quant à l'hermaphrodisme, cette imperfection entraîne toujours avec elle la stérilité.

Index bibliographique (Fécondité et Stérilité). — SUSSMILCH, *Gœkliche Ordnung in den Veränderungen des menschlichen Geschlechts*, t. I. — SIMPSON, *Obstetrical Works : De la stérilité des femmes nées jumelles avec un enfant du sexe masculin ; Considérations sur la stérilité en général*. London, 1856. — IDEM, *Med. Times and Gazette*, 1864 : *Sur quelques causes de la stérilité*. — SPINCER WELLS, *Sur quelques causes curables de la stérilité* (*Med. Times and Gaz.*, 1861). — M. SYMES, *Notes cliniques sur la chirurgie utérine*. Paris, 1866. — COURTY, *Traité pratique des maladies de l'utérus et de ses annexes*. Paris, 1866. — PARENT-DUCHATELET, *De la prostitution dans la ville de Paris*, année 1857. — MAYER, *Virchow's Archiv für pathologische Anatomie*, 1856. — BACKER BROWN, *Surgical Diseases of Women*. London, 1861.

MODIFICATIONS SURVENUES DANS LA MATRICE PENDANT LA GROSSESSE.

Lorsque l'œuf fécondé est arrivé dans l'utérus, il provoque bientôt, dans tout cet organe, un travail fluxionnaire dont la conséquence est l'hypertrophie des diverses couches qui entrent dans sa constitution.

L'hypertrophie porte surtout sur les fibres musculaires, et c'est à elle qu'est dû principalement l'énorme développement que prend l'utérus pendant la grossesse. D'après Kölliker, les fibres lisses de la couche musculaire n'ont, dans l'état normal, qu'environ $0^{mm},05$ à $0^{mm},07$ de longueur sur $0^{mm},005$ de largeur. Au cinquième mois de la grossesse, elles atteignent $0^{mm},15$ et $0^{mm},27$ de longueur, et $0^{mm},55$ à $0^{mm},14$ et même $0^{mm},02$ dans dans le sens de la largeur : dans la seconde moitié du sixième mois, elles ont jusqu'à $0^{mm},52$ de long sur $0^{mm},006$ d'épaisseur. A cette augmentation de volume des fibres-cellules correspond aussi une augmentation de nombre. C'est surtout dans les premiers mois de la grossesse qu'il est facile d'observer la production nouvelle de ces fibres musculaires de l'utérus. Alors on peut trouver toutes les formes transitoires entre les jeunes cellules de $0^{mm},02$ à $0^{mm},04$ et les fibre-cellules normales de $0^{mm},05$ et $0^{mm},07$.

FIG. 45 (*).

En même temps que les fibres musculaires augmentent en nombre et en volume, les vaisseaux qui traversent la couche charnue présentent un développement de plus en plus considérable, dû aussi à l'hypertrophie de leurs éléments contractiles. Les nerfs de l'utérus eux-mêmes deviennent plus volumineux. On ne sait point encore si cette augmentation de volume tient, soit à l'élargissement des tubes nerveux (Kilian), soit à l'hypertrophie du névrilème (Hirschfeld), soit à l'augmentation dans le nombre des fibres grises (Remak).

Ces modifications imprimées aux éléments musculaires et nerveux de l'utérus lors de la grossesse doivent nécessairement entraîner avec elles des modifications dans les propriétés physiologiques de ceux-ci; et, en effet, lors de la grossesse, l'utérus possède une sensibilité et une contractilité supérieures à celles qu'elle possède à l'état normal. Nous examinerons successivement chacune de ces propriétés en dehors de la grossesse et pendant la grossesse.

SENSIBILITÉ DE L'UTÉRUS. — La sensibilité de l'utérus a été appréciée par les auteurs d'une façon différente. Pour Beau, l'utérus n'est jamais le siége de douleurs, même lors de l'accouchement ; les douleurs que

(*) Éléments musculaires d'un utérus au cinquième mois de la grossesse. — *a*, fibres-cellules formatrices des fibres musculaires ; *b*, jeunes cellules ; *c*, fibres-cellules développées. — Grossissement de 350 diamètres. (D'après Kölliker.)

l'on rapporte d'ordinaire à cet organe siégeraient dans le plexus lombaire. Pour Aran : « Seule la cavité interne du corps possède une sensibilité spéciale très-vive, mais d'une nature particulière, qui paraît avoir principalement son siége à l'orifice de communication de la cavité du corps et de la cavité du col. » Selon M. Nonat : « Le cathétérisme développe dans l'utérus des sensations variables suivant le degré de sensibilité individuelle. En général, l'orifice utéro-vaginal se montre insensible. Quand l'instrument traverse le conduit cervical, les malades n'accusent qu'une sensibilité fort obscure. Mais, le plus souvent, les douleurs se font sentir dès que la sonde atteint l'orifice cervico-utérin. Ces douleurs diminuent à mesure que l'instrument s'avance dans la cavité du corps ; parfois elles se réveillent lorsqu'on touche le fond de cette cavité. Des accidents nerveux variés, en général fugaces et passagers, des crises hystériformes, des vomissements, etc., peuvent être la conséquence de cette opération. »

FIG. 46 (*).

Pour M. Joulin, non-seulement l'utérus est doué d'une vive sensibilité, mais encore il n'est pas d'organe creux de l'économie accessible au cathétérisme qui se montre aussi intolérant : « L'estomac, la vessie, le rectum, peuvent être explorés sans qu'il en résulte de douleurs notables ; l'utérus, au contraire, manifeste vivement son état de souffrance sur le point touché par la sonde, et souvent il se produit des symptômes qui, bien que passagers, ont un certain retentissement sur l'appareil de l'innervation. » Sans partager l'opinion de M. Joulin, qui accorde à l'utérus une aussi vive sensibilité, surtout lors du cathétérisme, nous croyons cependant que cet organe est loin d'être insensible, comme le pensait Beau. Cette sensibilité est, du reste, excessivement variable chez les diverses femmes ; souvent, en sondant l'utérus, nous n'avons pas déterminé la moindre douleur ; quelquefois les douleurs étaient faibles, rarement elles étaient fortes au point d'être intolérables. Mais, c'est dans les cas morbides surtout que la sensibilité utérine s'exagère, en particulier dans les métrites, dans les cas de polypes et de corps fibreux, enfin, dans les cas de dysménorrhée, état morbide dû le plus souvent à des conditions physiques capables

(*) *a*, fibres-cellules musculaires d'un utérus gravide au sixième mois ; *b*, portion moyenne d'une fibre traitée par l'acide acétique, et montrant une apparence d'enveloppe ; *c*, noyau des fibres-cellules. — Grossissement de 350 diamètres (D'après Kölliker.)

d'opposer un obstacle mécanique à l'issue du fluide sanguin hors de la cavité utérine.

Le col de l'utérus, dans la partie qui proémine dans le vagin, est insensible; on peut le cautériser, le piquer, le couper, sans déterminer de douleurs. Malgré cette insensibilité aux excitants physiques et chimiques, le col cependant, chez certaines femmes, ainsi que nous l'avons déjà dit, possède une sensibilité, même assez vive, au contact répété du doigt ou du pénis.

Pendant la grossesse, la sensibilité *au contact*, en réalité obtuse hors de cet état, est cependant assez prononcée pour que la femme ressente nettement les moindres chocs communiqués à la paroi utérine par le fœtus. Il y a cependant des exceptions à cette règle. Cazeaux dit avoir vu plusieurs femmes qui accouchèrent d'enfants très-vigoureux, et qui n'avaient jamais senti les moindres mouvements.

C'est surtout lors de l'accouchement que la sensibilité de l'utérus acquiert un haut degré d'intensité. Il y a bien peu de femmes qui échappent dans cette circonstance aux douleurs utérines, quoiqu'elles soient très-variables chez chacune d'elles. Behrens, Haller, Heister, King, Montgomery, Panis et Short ont cité des observations qui prouvent que la femme peut accoucher sans douleur et même à son insu pendant le sommeil, mais ce sont là de rares exceptions.

Les douleurs de l'accouchement sont de la nature des crampes, et résultent, comme celles-ci, de la compression des filets nerveux par le tissu utérin contracté. Ces douleurs peuvent diminuer ou même s'éteindre complétement sous l'influence du chloroforme, quoique cependant l'accouchement continue et soit même quelquefois activé. On comprend donc les efforts, surtout faits en Angleterre, pour appliquer les anesthésiques à la pratique des accouchements. S'il était possible, dans tous les cas, d'éteindre la sensibilité sans modifier la contractilité de l'utérus, certainement cette pratique n'aurait pas manqué de devenir générale; malheureusement, quand la chloroformisation est poussée à un certain degré, avec l'insensibilité peut arriver l'atonie de l'organe, des retards dans l'accouchement, des hémorrhagies consécutives.

C'est grâce à sa sensibilité que l'utérus est uni sympathiquement avec la plupart des organes par les liens les plus étroits, union qui se traduit par les phénomènes les plus divers : des phénomènes de sensibilité de nature réflexe, tels que des douleurs névralgiques dans divers points du corps; des phénomènes du mouvement, tels que les vomissements, l'éclampsie dans la grossesse; des phénomènes de sécrétion, tels que le ptyalisme, la sécrétion lactée, le diabète, l'albuminurie dans la même condition. Quelle que soit la variété de ces phénomènes, ils sont dus à une excitation dont le point de départ est dans l'utérus même, excitation qui se transmet aux centres nerveux et retentit sur les nerfs périphériques de sentiment ou de mouvement.

CONTRACTILITÉ DE L'UTÉRUS. — En dehors de la grossesse, cette contrac-

tilité n'est guère mise en jeu qu'à chaque époque menstruelle. Nous avons vu qu'elle intervenait pour amener l'érection de l'utérus, mais, dans cette circonstance, elle s'exerce dans de faibles limites. Dans les cas de polypes utérins, cette contractilité peut être assez développée, suffisante même quelquefois pour expulser le polype, s'il est pédiculé, au dehors de la matrice, mais alors la couche musculaire de l'utérus est hypertrophiée. C'est dans le cas où cet organe renferme un produit de conception, surtout quand la grossesse est à terme, que sa contractilité est très-développée.

Quelques auteurs ont pensé que, lors de l'accouchement, la contractilité de l'utérus pouvait obéir à la volonté de la femme, se reposant sur ce qu'on voit quelquefois le travail s'arrêter alors que dans les cliniques on appelle les élèves pour assister à l'accouchement. Mais, ainsi que l'a fait remarquer Cazeaux, cette suspension du travail est moins un effet de la volonté qu'un effet de l'imagination. Tyler Smith, tout en admettant que la volonté n'a aucune action sur la contractilité de l'utérus, croit cependant que les contractions abdominales, les efforts énergiques de respiration, peuvent la mettre en jeu. Cette hypothèse n'est pas justifiée par l'observation.

En général, pendant l'accouchement, la contractilité de l'utérus est soumise à des intermittences, fait heureux ; car, si elle eût été continue, la circulation de l'organe, et par conséquent la vie du fœtus, aurait pu s'en ressentir. Par le fait de contractions trop énergiquement répétées dans un court espace de temps, la contractilité s'épuise ; elle s'affaiblit aussi ou s'abolit sous l'influence d'une distension considérable de l'utérus, comme dans les grossesses gémellaires ou dans certains cas d'hydropisies de l'amnios. Ces phénomènes, du reste, rentrent dans les lois communes de la contractilité.

Les causes qui peuvent mettre en jeu la contraction de l'utérus, alors qu'il est gravide, sont nombreuses. En premier lieu, citons le fœtus ; quand celui-ci a acquis le développement nécessaire pour vivre d'une vie isolée de la mère, il provoque, par action réflexe, la contraction du tissu utérin. Les corps étrangers de toute sorte introduits dans le col, et employés par des mains coupables, ou bien par l'accoucheur dans un but d'utilité pour la femme, provoquent facilement sa contraction et amènent ainsi l'avortement ; les emménagogues, tels que la rue, la sabine, le seigle ergoté, le froid, la chaleur, peuvent concourir au même résultat.

D'après Dickinson et Piédagnel, la digitale aurait de l'influence sur les contractions utérines. M. Delpech, dans des essais tentés dans le but de juger cette question, a presque toujours vu la digitale influencer la contractilité de la matrice, et amener des contractions nettes, séparées par des intervalles réguliers ; elle aurait, pour cet auteur, une action tout à fait analogue à celle du seigle ergoté. Cette propriété a, du reste, été utilisée dans certains cas pour provoquer des avortements.

L'utérus gravide se contracte sous l'influence de l'électricité. Le doc-

teur Mackensie, de Londres, a montré que l'électricité exerce une action particulière et remarquable sur les fibres musculaires de l'utérus. Chez les animaux à l'état de gestation, cette influence est surtout manifeste quand le courant galvanique agit d'une manière continue et qu'il est dirigé longitudinalement, de la partie supérieure de la moelle épinière à travers l'utérus. Les applications locales de l'électricité produisent un effet beaucoup moins marqué; un courant transversal ne détermine que des contractions partielles. Comme conséquence, M. Mackensie appelle l'attention des praticiens sur les avantages qu'on pourrait retirer du galvanisme dans les cas d'avortement, quand l'œuf détaché entretient une hémorrhagie. Ajoutons que le docteur Tyler Smith a employé ce moyen avec succès pour faire descendre des polypes utérins dans le vagin.

On doit à M. Brown-Séquard d'avoir appelé l'attention sur l'influence de l'acide carbonique sur les contractions utérines. Selon cet auteur, pendant la grossesse, l'utérus devient chaque jour plus irritable, et quand son irritabilité a atteint un très-haut degré, la faible excitation résultant de la présence de l'acide carbonique dans le sang suffit pour occasionner les contractions de cet organe, qui, une fois commencées, deviennent toujours plus fortes, grâce à des actes réflexes. C'est aussi par l'influence de l'acide carbonique contenu dans le sang veineux qui s'accumule dans l'utérus après la mort, que M. Brown-Séquard explique les faits, signalés par les auteurs, d'accouchements posthumes. Scanzoni, connaissant les idées de M. Brown-Séquard, a proposé l'acide carbonique au lieu de l'ergot de seigle dans les cas d'inertie de l'utérus; ce dernier, depuis, l'a appliqué, sous forme de douches, avec le plus grand succès, de même que Simpson et Scanzoni.

La contractilité de l'utérus peut aussi être mise en jeu par des excitations cutanées faites à distance de la sphère génitale, notamment à la mamelle. C'est en ayant égard à cette particularité que Scanzoni a proposé, pour provoquer l'accouchement prématuré artificiel, d'irriter la glande mammaire en appliquant un appareil de succion sur les seins. Rigby, Marshall-Hall et Tyler Smith, en Angleterre, se sont montrés grands partisans de cette méthode, surtout dans les cas d'inertie qui succèdent à l'accouchement. Ces auteurs prescrivaient le sein de la mère donné sans retard au nouveau-né.

Cazeaux a distingué dans l'utérus deux sortes de contractilité : l'une, la contractilité organique, en vertu de laquelle les fibres, se resserrant sur le corps du fœtus, tendent à expulser celui-ci; l'autre, la contractilité de tissu, propriété qu'a l'utérus, après s'être désempli, de revenir peu à peu sur lui-même : celle-là aurait pour but principal de diminuer le calibre des vaisseaux qui rampent dans l'épaisseur des parois et d'oblitérer ceux qui sont béants vers la cavité de la matrice. Mais ces deux propriétés n'en font sans doute qu'une seule; alors que le fœtus est expulsé, la contractilité de l'utérus, qui n'est plus provoquée par le fœtus, continue à

l'être, soit par le placenta, tant qu'il n'est pas tombé, soit par l'état d'irritation dans lequel se trouve la surface qui correspondait à son implantation après son expulsion, soit par le sang contenu dans la cavité utérine.

Quant à l'usage des faisceaux musculaires les plus distincts de la matrice (voy. fig. 39 et 40), on suppose que les fibres circulaires, plus abondantes au niveau de l'orifice supérieur du col, forment un sphincter susceptible, même en dehors de l'état de grossesse, de se contracter au contact d'un corps étranger, d'une sonde, par exemple. Les fibres musculaires longitudinales, longeant la direction de l'axe de l'utérus en avant et en arrière, et réunies en faisceaux qui viennent se perdre dans les fibres circulaires du col, attirent, lors de la grossesse, le fond de l'utérus vers le col, et, de plus, la paroi antérieure vers la paroi postérieure par le redressement de la courbure antérieure et postérieure du globe utérin; ces mouvements ont par conséquent pour effet de rétrécir la cavité utérine et de favoriser l'expulsion de son contenu.

MODIFICATIONS DE LA MUQUEUSE UTÉRINE PENDANT LA GROSSESSE.—Quand l'œuf fécondé arrive dans l'utérus, c'est-à-dire huit à dix jours environ après sa sortie de l'ovaire, la muqueuse utérine se présente sous l'aspect d'une membrane couverte d'un grand nombre de plis, ce qui lui donne un aspect mamelonné assez semblable aux circonvolutions cérébrales. Ces plis, conséquence de la turgescence de la muqueuse, s'adaptent exactement l'un à l'autre sur les deux faces opposées de la matrice, si bien qu'ils mettent obstacle à la descente de l'œuf dans la cavité utérine, et celui-ci s'arrête, dans la généralité des cas, aux environs de l'ouverture de la trompe. L'œuf trouve alors tout autour de lui une membrane molle, qui, malgré le petit volume qu'il possède (5 dixièmes de millimètre environ), se déprime à son niveau, spécialement en un point, celui qui lui présente le moins de résistance. La muqueuse continuant à s'hypertrophier, les bords de la dépression forment autour de l'œuf un bourrelet d'abord peu saillant, mais qui devient de plus en plus épais; en même temps ce bourrelet s'étale sur toute l'étendue de sa surface, et finalement l'œuf se trouve bientôt complétement enveloppé, d'une part par la portion de muqueuse qui s'est déprimée à son niveau, d'autre part par le repli émané des bords de la cupule où l'œuf s'est fixé. C'est ce repli qui porte le nom de caduque ovulaire (caduque réfléchie, épichorion), et l'on donne le nom de caduque utéro-placentaire (caduque sérotine, membrane intermédiaire, membrane utéro-épichoriale) à la portion de la muqueuse utérine sur laquelle l'œuf s'est arrêté, et dans laquelle il s'est pour ainsi dire enfoncé. Le nom de caduque utérine (caduque vraie, utérine, pariétale) est réservé au reste de la membrane muqueuse, c'est-à-dire à celle qui tapisse l'utérus dans toute son étendue, excepté dans les parties qui sont en rapport immédiat avec l'œuf.

Telle est, en quelques mots, la théorie moderne touchant les rapports de l'œuf avec la muqueuse utérine, théorie dont nous sommes rede-

vables surtout à M. Coste. Avant cet auteur, depuis William Hunter, on admettait que la féçondation de l'ovule, effectuée dans les trompes, avait pour résultat, non-seulement de déterminer la turgescence de la muqueuse utérine, mais encore de favoriser l'exhalation de sérosité à la surface de cette muqueuse, exhalation de laquelle naissait une fausse membrane. Celle-ci tapissait la paroi interne de l'utérus dans toute son étendue, et passait même au devant de l'orifice des trompes. Quand l'œuf descendait vers l'utérus, ne trouvant plus le passage libre, il s'insinuait entre la muqueuse utérine et la fausse membrane, s'enveloppait de cette dernière dans tous les points où il ne touchait pas la muqueuse, de là le nom de caduque réfléchie donné à cette partie de la caduque qui entourait l'œuf, tandis que l'on réservait le nom de caduque directe au reste de la fausse membrane. Plus tard, les partisans de cette opinion ayant constaté que la caduque réfléchie avait la même structure que la partie sur laquelle reposait l'œuf, admirent alors qu'entre l'œuf et la muqueuse, par le fait de l'excitation provoquée par l'ovule, une fausse membrane analogue à la précédente se développait et se confondait sur ses bords avec la caduque réfléchie. C'est à cette seconde fausse membrane qu'ils donnèrent le nom de membrane intermédiaire.

Cette théorie, aujourd'hui, n'a plus sa raison d'être. Lesauvage, de Caen, et après lui M. Coste, ont fait voir, en effet, que les ouvertures des trompes restaient libres lors de l'arrivée de l'œuf, que l'œuf n'avait par conséquent à écarter aucune membrane quand il parvenait dans la matrice. M. Coste, d'autre part, a démontré de la façon la plus nette que la formation de la caduque ovulaire résultait d'un travail hypertrophique de la muqueuse utérine, travail facile à constater à l'œil. Enfin M. Ch. Robin a porté le dernier coup à la théorie ancienne, en démontrant que les caduques utéro-placentaires et ovulaires avaient la même structure que la caduque utérine, au début du moins.

Au moment où la caduque ovulaire est formée, les trois caduques n'en forment, à véritablement parler, qu'une seule, car elles sont en continuation l'une avec l'autre, et l'on ne constate aucune différence dans leur structure. Mais avec le développement général de l'œuf, il va se passer dans chacune d'elles des modifications qui aboutiront d'une part à l'exfoliation de la caduque utérine et de la caduque ovulaire, et, d'autre part, à l'accroissement de la vitalité de la caduque utéro-placentaire, laquelle, à un moment donné, fournira seule au fœtus les matériaux de son développement.

CADUQUE UTÉRINE. — La caduque utérine continue à s'hypertrophier jusqu'au troisième mois; ses vaisseaux acquièrent pendant ce temps un développement considérable, les glandes elles-mêmes prennent plus de longueur, leurs flexuosités diminuent et finissent par disparaître. Mais l'épithélium est, de tous les éléments de la muqueuse, celui qui présente le plus de modifications, modifications sur lesquelles M. Ch. Robin a appelé le premier l'attention. Tout d'abord, l'épithélium prismatique, qui

recouvre cette membrane, s'exfolie cellules à cellules, tandis que d'autres cellules pavimenteuses apparaissent pour les remplacer; celles-ci sont régulièrement polyédriques et juxtaposées en pavés, elles ont un noyau sphérique ou ovoïde, le noyau est finement granuleux, sans nucléole dans la grande majorité des cas; des granulations fines remplissent presque complétement la cellule. A partir de deux mois, deux mois et demi, ces cellules sont remplacées çà et là par d'autres beaucoup plus grandes, plus allongées surtout, minces, pâles, aplaties, toujours irrégulières, se prolongeant en pointe à une de leurs extrémités ou à plusieurs de leurs angles à la fois; le noyau est plus volumineux que celui des cellules précédentes, finement granulé; la cellule est peu granuleuse. Vers le troisième mois, la caduque utérine s'atrophie, en même temps qu'un blastème se dépose entre elle et la couche musculaire; le blastème, qui se condense de plus en plus, représente pendant longtemps une membrane amorphe; celle-ci ne s'organise définitivement qu'après la grossesse. C'est du huitième au douzième jour après l'accouchement, que des cellules épithéliales nouvelles commencent à apparaître à sa surface; du vingtième au trentième jour, elles forment une couche continue, et c'est à partir de cet instant seulement que l'on peut constater la présence de corps fusiformes et de vaisseaux capillaires dans cette membrane. Enfin, ce n'est que soixante ou soixante-dix jours après l'accouchement que la muqueuse de nouvelle formation possède tous les caractères de structure et de texture qu'elle doit conserver en dehors de la grossesse.

Caduque ovulaire. — Dès que la caduque ovulaire est complétement formée, sa face interne correspond à la membrane vitelline, sa face externe à la caduque utérine. Selon Breschet et Velpeau, un liquide, dénommé *hydropérion*, séparerait la caduque ovulaire de la caduque utérine; si ce liquide existe, il est assurément en très-faible quantité et n'a aucun rôle à remplir. Quoi qu'il en soit, au bout du quatrième mois de la grossesse, ces deux caduques sont pressées l'une vers l'autre, en raison du développement qu'a acquis l'œuf, et finissent par se confondre. Pour quelques auteurs, cependant, la fusion ne serait pas complète, et l'on pourrait les séparer, même à une période assez avancée de la grossesse.

La caduque ovulaire présente de nombreuses modifications, en rapport avec celles des membranes de l'œuf; au début, elle s'hypertrophie, ses vaisseaux acquièrent un volume relativement considérable, se présentent même sous forme de lacs sanguins dans lesquels plongent les villosités de la membrane vitelline d'abord, puis celles du feuillet blastodermique externe, contenant des vaisseaux de l'allantoïde; quant à l'épithélium, il subit les mêmes changements que l'épithélium de la caduque utérine. Mais, vers le quarantième jour, alors que les deux feuillets de la caduque sont réunis, les sinus commencent à s'atrophier et disparaissent sans laisser de traces; en même temps, les éléments histologiques de la muqueuse s'atrophient, de même que les villosités et leurs vaisseaux.

de telle façon qu'à la fin de la grossesse, cette caduque n'est plus constituée que par une couche d'apparence anhyste, sur la face externe de la-

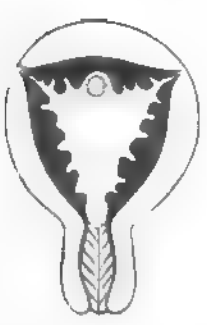


Fig. 47.

Fig. 48.

Fig. 49.

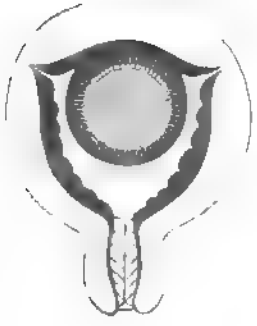


Fig. 50.

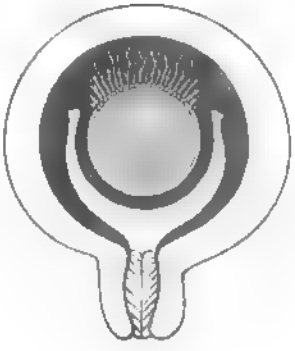


Fig. 51 (*).

quelle on retrouve cependant des cellules épithéliales pâles, adhérentes entre elles.

Caduque utéro-placentaire. — Cette caduque représente, comme nous venons de le voir, la membrane muqueuse utérine hypertrophiée, à la surface de laquelle l'œuf s'est creusé une dépression; d'une part, elle se continue avec la caduque utérine, d'autre part, avec la caduque ovulaire. Tout à fait au début du développement de l'œuf, elle ne présente aucune différence de structure avec la caduque ovulaire. Comme elle aussi, elle s'hypertrophie, ses vaisseaux augmentent notablement de volume, se mettent en rapport successivement avec les villosités de la

(*) Les figures 47, 48, 49, 50, 51, sont des schémas destinés à faire voir les rapports que l'œuf contracte avec la muqueuse utérine. — Fig. 47. L'œuf placé dans une dépression de la muqueuse. — Fig. 48. Les bords de la dépression s'élèvent tout autour de l'œuf et l'enveloppent incomplétement. — Fig. 49. L'œuf est entouré complétement par la caduque ovulaire; celle-ci tend à se rapprocher de la caduque utérine. — Fig. 50. La caduque ovulaire et la caduque utéro-placentaire sont traversées également par les villosités issues de la membrane vitelline. — Fig. 51. Les villosités de la caduque ovulaire ont disparu en même temps que son tissu s'est atrophié, les villosités de la caduque utéro-placentaire se sont au contraire notablement accrues.

membrane vitelline, les villosités du feuillet blastodermique externe et les vaisseaux de l'allantoïde qui les pénètrent. Ce n'est qu'à partir de l'instant où la vascularité de l'allantoïde disparaît dans toute la portion correspondante à la caduque ovulaire, que la caduque utéro-placentaire s'écarte, quant à son organisation, de la première. En elle, il se fait un travail en sens inverse du travail qui s'effectue dans la caduque ovulaire; les villosités, loin de s'atrophier, augmentent en étendue, les vaisseaux qui pénètrent celles-ci augmentent en calibre et en longueur, villosités et vaisseaux se replient, se pelotonnent sur eux-mêmes, tant ils ont pris de l'extension. Les vaisseaux capillaires propres de la caduque augmentent eux aussi de volume, leurs parois se résorbent, et dès lors ils sont remplacés par de véritables lacs sanguins, dans l'intérieur desquels plongent les villosités. Enfin l'épithélium qui coiffe les villosités, a subi des transformations analogues à celles des autres caduques, mais à la fin de la grossesse, sur la face maternelle du placenta, on retrouve encore cet épithélium sous forme de cellules circulaires ou ovoïdes, munies de noyaux nucléolés.

MUQUEUSE DU COL.—Pendant que la muqueuse du corps de l'utérus subit le travail modificateur dont nous venons de parler, celle du col lui reste étrangère, elle est seulement œdématiée; les noyaux et les corps fibroplastiques, les fibres lamineuses ne paraissent plus rares que parce que ces éléments sont séparés par plus de matière amorphe. Les glandes, cependant, ont augmenté de volume et ont sécrété dès le début un liquide visqueux qui oblitère le col et constitue ce que l'on appelle le bouchon. Enfin, cette partie de la muqueuse utérine ne se renouvelle pas, et, après l'accouchement, il est facile de distinguer qu'elle se termine au point de jonction avec la muqueuse du corps par un bord dentelé. La muqueuse des trompes ne change pas non plus de caractère pendant toute la grossesse.

Index bibliographique (Modifications survenues dans l'utérus pendant la grossesse). — KÖLLIKER, *Histologie humaine*, trad. par M. Sée et J. Béclard. — ARAN, *Sensibilité de l'utérus* (*Leçons cliniques sur les maladies de l'utérus*). Paris, 1858. — NONAT, *Sensibilité de l'utérus* (*Traité pratique des maladies de l'utérus*). Paris, 1860. — JOULIN, *Traité complet d'accouchements*. Paris, 1866. — CAZEAUX, *Traité des accouchements*.— TYLER SMITH, *Manual of obstetrics*. Lond., 1853. — BROWN-SÉQUARD, *Recherches expérimentales sur les propriétés physiologiques et les usages du sang rouge et du sang noir* (*Journal de physiologie*, 1er vol., année 1858). — SCANZONI, *Sensibilité de l'utérus* (*Traité des maladies de la femme*. Paris, 1855). — SIMPSON, *Sensibilité de l'utérus* (*Mémoire sur la sonde utérine*, *Obstetric works*. Lond., 1855). — COSTE, *Histoire du développement, etc., et embryol. comparée*. — IDEM, *Origine de la caduque* (*Acad. des sciences*, 4 et 25 juillet 1842). — IDEM, *Formation de la caduque* (*Acad. des sciences*, 1847 et 1856). — HUNTER, *Anato. uteri gravidi tabulis illustrat.* Berining, 1774. — LESAUVAGE (de Caen), *Recherches sur le développement, l'organisation et les fonctions de la membrane caduque* (*Arch. gén. de méd.*, 1338). — IDEM, *Formation de la caduque* (*Gaz. méd.*, 1842). — IDEM, *Nouvelles recherches sur la caduque* (*Acad. des sciences*, 1843). — IDEM, *Revendication de priorité sur la découverte de la caduque* (*Gaz. méd.*, 1847). — CH. ROBIN, *Anatomie et physiologie de la muqueuse utérine* (*Journal de Brown-Séquard*, t. I). — IDEM, *Recherches sur les mod. des villosités du chorion*, 1854. — IDEM, *Note sur l'épithélium du corps de l'utérus pendant la grossesse* (*Soc. biolog.*,

1855). — IDEM, *Mémoire sur la modification de la muqueuse utérine pendant et après la grossesse* (*Mém. de l'Acad. des sciences*, 1861). — IDEM, *Mémoire pour servir à l'histoire anatomique de la caduque, etc.* Paris, 1848.

DÉVELOPPEMENT DE L'ŒUF.

Ayant passé en revue les modifications que subit l'utérus lors de la grossesse, nous avons maintenant à étudier les phases diverses par lesquelles passe l'œuf, à partir de l'instant où il s'échappe de l'ovaire, jusqu'à celui où il est expulsé des voies génitales. Cette étude comprendra naturellement trois parties : 1° des modifications de l'œuf jusqu'au moment de la fécondation ; 2° des modifications de l'œuf jusqu'à l'apparition de l'embryon ; 3° des modifications de l'œuf depuis l'apparition de l'embryon jusqu'à la fin de la vie fœtale.

DES MODIFICATIONS DE L'ŒUF JUSQU'A L'INSTANT OU LA FÉCONDATION S'OPÈRE.

Les modifications que subit l'ovule dans sa migration à travers la trompe, sont difficilement observables chez la femme ; aussi, les observations à ce sujet recueillies dans l'espèce humaine sont entourées d'une telle obscurité de description qu'il est difficile de les mettre à profit. Chez les autres êtres, surtout chez ceux des classes inférieures, l'étude des premières modifications que subit l'ovule est, au contraire, assez facile. Peut-être il y a-t-il témérité de rapporter à la femme les résultats observés chez les autres animaux, mais il est à remarquer cependant que les phénomènes évolutifs de l'embryon humain, alors qu'on peut nettement les constater à un certain âge, ont une telle ressemblance avec ceux que l'on observe chez la plupart des animaux à un moment donné, qu'il est rationnel de penser que la ressemblance existe encore dans les premières phases du développement.

RETRAIT DU VITELLUS. — Un des premiers phénomènes qui apparaissent après le passage de l'ovule dans la trompe, est le retrait du vitellus. Il consiste en ce que la substance vitelline s'éloigne de la membrane qui l'enveloppe, circonscrivant ainsi en dehors d'elle un espace transparent. Cet espace est rempli par un liquide exsudé de la masse du jaune; c'est lui qui a fait croire qu'il existait autour de la membrane vitelline une autre membrane qui, en se rétractant, déterminait le rapetissement du vitellus. Certains auteurs n'ont voulu voir dans le retrait du jaune qu'une conséquence d'un simple phénomène physique; ainsi, pour Bischoff, il serait dû au passage, par endosmose, de l'albumine qui entoure l'œuf, à travers la membrane vitelline. Mais on peut objecter à Bischoff que le retrait du vitellus a été constaté sur des ovules qui n'étaient pas entourés d'une couche albumineuse. Il y a plus lieu de croire, avec

M. Ch. Robin, que le retrait du vitellus est une évolution naturelle, physiologique du contenu liquide de l'ovule.

C'est pendant que le vitellus se rétracte, que disparaissent la tache et la vésicule germinative. La disparition de ces éléments est brusque, subite; elle résulte probablement de leur liquéfaction, car on n'en retrouve plus aucune trace. Tous ces phénomènes, retrait du vitellus, et disparition de la vésicule et de la tache germinative, sont complétement indépendants de la fécondation; d'une part, en effet, ils se réalisent sans que celle-ci ait lieu; d'autre part, ils ne sont nullement modifiés par la présence des spermatozoïdes dans l'œuf. Ces phénomènes sont sans doute la manifestation d'un travail préparateur pour des modifications ultérieures qui s'accompliront dans l'œuf, quand la fécondation se sera effectuée.

Formation des globules polaires. — Au retrait du vitellus succède l'apparition, dans un des points périphériques du vitellus, de globules clairs, transparents, appelés globules polaires. Ils ont été découverts sur les limnées par Carus, en 1828, ensuite par Dumortier, en 1837, dans l'œuf des mollusques gastéropodes. Ce dernier auteur les considérait comme les représentants de la vésicule germinative. Bischoff, plus tard, a observé ces globules sur l'œuf de la lapine et de la chienne, et les a appelés granules, vésicules et cellules jaunâtres; pour lui, ces globules seraient des produits de la tache germinative, de même que les corpuscules clairs ou noyaux que l'on rencontre plus tard dans les sphères de segmentation du jaune. C'est à M. Ch. Robin à qui l'on doit surtout des connaissances précises sur le mode de formation et la nature des globules polaires. Ses observations ont principalement porté sur les œufs de Nephelis, de Glossiphonies, de Limnées, d'Ancyles, de Planorbes. Selon cet auteur, en général, c'est de quatre à six heures après la ponte que commencent à apparaître les globules polaires. Ces corps résultent de la gemmation de la substance liquide du vitellus. On aperçoit d'abord, une partie translucide due à la disparition dans un point des granulations du vitellus. Cet espace translucide forme peu après une saillie hémisphérique, puis conoïde; la base de cette saillie ensuite se resserre, ce qui lui donne momentanément la forme d'un cylindre. Bientôt ce resserrement cause un véritable étranglement de la saillie qui devient ainsi piriforme; l'étranglement continue et la saillie ne tarde pas à être séparée du vitellus par un sillon transversal complet. Alors, elle se présente sous la forme d'un globule plein sans paroi propre, constitué par de la matière amorphe, ne contenant qu'une très-faible quantité de granulations. Ordinairement, quand un globule polaire s'est produit, le vitellus qui s'était déformé reprend sa forme sphérique, puis ses granulations se retirent de l'endroit même où le premier globule polaire vient d'apparaître; la substance visqueuse transparente du vitellus fait presque aussitôt après une saillie nouvelle qui progresse et passe par les mêmes phases que la première. Les mêmes phénomènes se réalisent, en général, un certain nombre de fois et donnent ainsi naissance à une série de globules polaires.

La formation des globules polaires présente, chez un même animal ou chez les divers animaux, des particularités très-variables, mais se reliant toujours au type que nous venons de présenter. Ainsi quelquefois un globule polaire ne se détache pas du vitellus et fait seulement à sa surface une saillie conique munie en son milieu d'un étranglement; quelquefois, quand cette saillie a une certaine longueur, il existe un étranglement au milieu et à la base; quelquefois ce cylindre achève de se segmenter en deux globules distincts par la diminution progressive de l'étranglement.

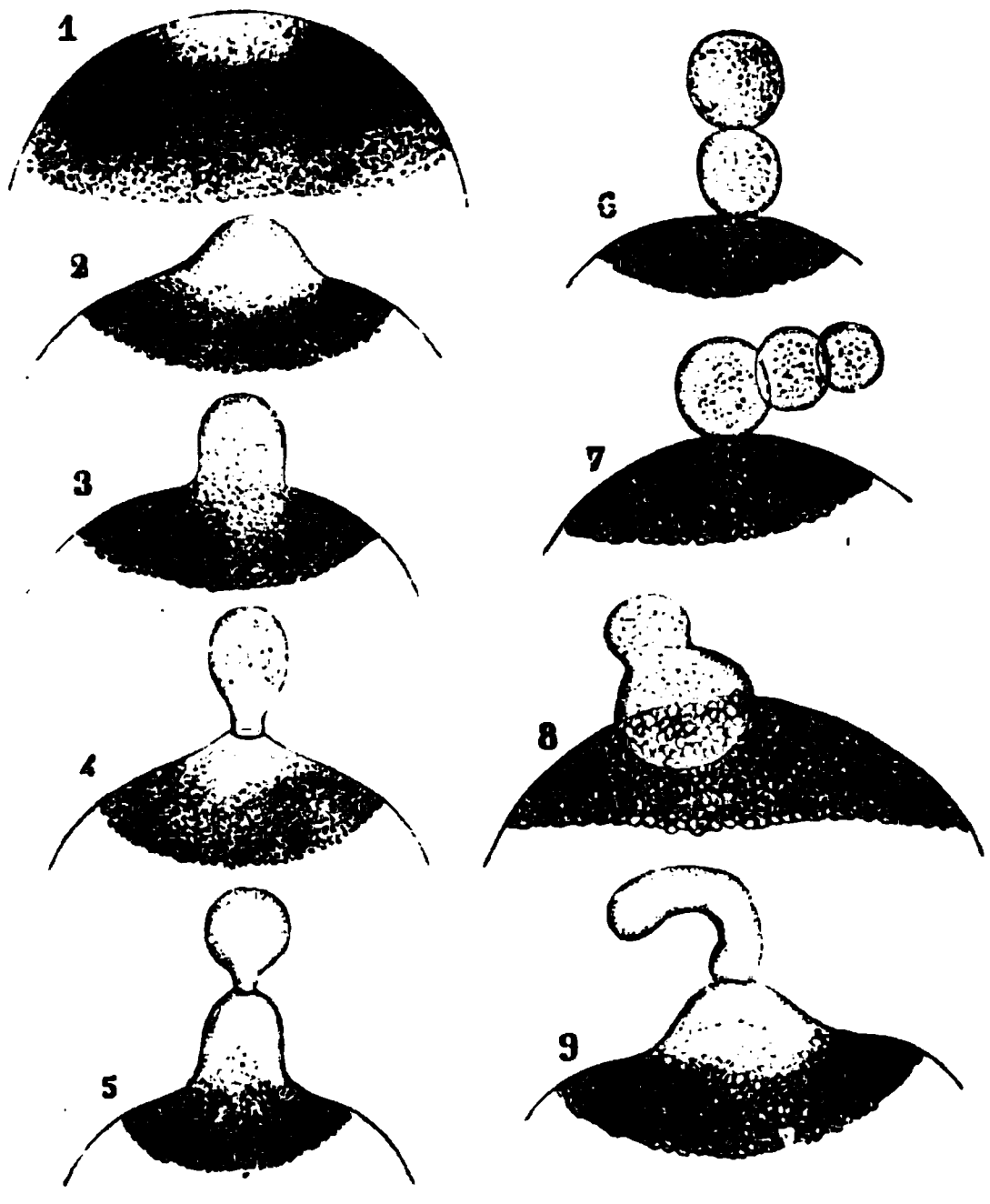


FIG. 52. — Formation des globules polaires dans des œufs de *Nephelis octoculata* M. T. (d'après M. Ch. Robin) (*).

D'autres fois un globule polaire, contigu au vitellus, se voit soulevant un autre globule ayant la forme de gourde, et dû à la segmentation incomplète de la saillie vitelline séparée en premier lieu. Dans une autre variété, la substance visqueuse homogène qui donne naissance aux globules polaires pousse en forme de cylindre, il se coude à angle obtus ou à

(*) 1. Un espace clair s'est produit à l'un des pôles du vitellus par retrait de ses granules, qui s'accumulent en une zone plus foncée entre cet espace et le centre du vitellus.
2. La production d'un globule polaire débute par une saillie de la substance de l'espace clair.
3. Resserrement de la base de la saillie.
4. Resserrement plus considérable de la base de la saillie. Un cercle transversal indique la séparation de ce pédicule et du vitellus.
5. Formation d'un second globule polaire au-dessous du premier.
6 et 7. Deux et trois globules polaires superposés et séparés l'un de l'autre ainsi que de la masse vitelline.
8. Coalescence de deux globules.
9. Globule polaire conoïde.

angle droit dès qu'il a atteint une certaine longueur, puis la base se sépare de la substance vitelline.

Après l'achèvement des globules polaires, ceux-ci ne restent pas en général contigus et distincts les uns des autres, ils se réunissent deux, trois ou quatre en un seul. Leur réunion semble s'effectuer tantôt par une sorte de fusion d'un globule dans l'autre, à la façon de deux gouttes d'huile qui se rapprochent et se confondent, quelquefois il semble que l'un des globules s'écoule dans l'autre à la faveur d'un pédicule qui les unit.

A peine le dernier globule est-il formé, que commence un phénomène nouveau au sein même du vitellus, la production du noyau vitellin; mais avant d'en parler nous devons nous arrêter un instant sur certaines déformations et certains mouvements que présente le vitellus.

Déformations et mouvements giratoires du vitellus. — Chez les grenouilles, les poissons, les insectes, les mollusques, quelques minutes après la ponte, quatre ou cinq heures avant la production de la saillie qui va constituer le premier globule polaire, on voit le vitellus prendre une forme pyramidale à angles arrondis, ou une forme ovoïde; quelquefois il se déprime à ses deux extrémités, ce qui le fait ressembler à un tonneau, puis il s'étrangle à son milieu, de manière à faire croire que la segmentation commence, tandis qu'il n'en est rien, car le vitellus ne tarde pas à reprendre sa forme sphérique. D'autres fois le contour du vitellus est sinueux et les saillies qui séparent les dépressions sont plus transparentes que les parties intermédiaires, ce qui est dû au retrait des granules vitellins. Si, pendant ces déformations, on fixe un point du centre du vitellus, remarquable par quelque particularité, ce point disparaît pour reparaître plus tard au bout de cinquante, cinquante-cinq minutes. Ce qui permet de penser que pendant ce temps le vitellus a fait un tour complet. Ces déformations, ces rotations, cessent au bout de quatre à cinq heures, puis, au bout d'un quart d'heure environ, se montre une saillie qui va donner naissance au premier globule polaire. Alors les déformations recommencent, quelquefois la rotation. Après la séparation de ce premier globule, le vitellus reprend sa forme régulière pendant un quart d'heure environ, puis se déforme de nouveau lorsque va apparaître le deuxième globule; quand la segmentation est commencée, ce sont les globes vitellins qui exécutent les uns sur les autres de légers mouvements de glissement en prenant successivement une forme ovoïde, puis arrondie, tout en se pressant exactement les uns sur les autres. Le glissement des globes vitellins a lieu avec d'autant plus de lenteur que la subdivision de ces globes approche davantage de sa fin.

Ce sont sans doute des mouvements de ce genre que Bischoff a vus dans l'œuf de la lapine, quand cet œuf était encore entouré de spermatozoïdes, avant tout phénomène de segmentation, et après la production de globules polaires; seulement cet auteur admit que ce mouvement était dû à des cils vibratiles qui existeraient, selon lui, à la surface du vitellus non segmenté, mais ces cils n'ont point été constatés par d'autres observateurs.

Ces mouvements ne doivent pas être confondus avec ceux qu'exécutent certains embryons, porteurs à leur surface externe de cils vibratiles, ni avec les mouvements de courbure ou de torsion dus à des contractions musculaires observés chez les embryons de quelques animaux. Selon M. Ch. Robin, à qui nous avons emprunté les détails ci-dessus, les mouvements qui viennent de nous occuper doivent être considérés comme étant dus à des contractions ambiformes, sarcodiques de la substance homogène fondamentale du vitellus.

Formation du noyau vitellin. — Peu de temps après la formation du dernier globule polaire, on voit le centre du vitellus devenir plus foncé par l'accumulation de granulations, et au milieu de cette partie foncée apparaît un corps solide, arrondi, brillant, le noyau vitellin. Pour Bischoff, ce noyau, de même que les globules polaires, dériveraient de la tache germinative, qui, après la disparition de la vésicule germinative, se convertirait en vésicules graisseuses. Mais cette opinion ne peut être acceptée, car le noyau vitellin existe dans le vitellus d'animaux dont la vésicule est dépourvue de tache. M. Coste appelle le noyau vitellin, globule graisseux, oléagineux, parce qu'il pense que c'est là sa nature, mais, contrairement à Bischoff, il regarde le noyau comme indépendant de la tache germinative. M. Coste pense de plus que le nucléole que l'on rencontre quelquefois au centre du noyau se forme le premier et le noyau ensuite. Il appelle, par suite, ce nucléole globule primordial ; mais M. Ch. Robin a pu constater souvent que le nucléole était postérieur au noyau.

Les caractères du noyau vitellin sont les suivants : il est dépourvu de granulations; sa masse est sans paroi, homogène et d'une densité égale dans toute son épaisseur ; sa circonférence est bordée de granulations vitellines. Ce noyau se forme par la séparation d'une certaine portion de substance visqueuse interposée aux granules vitellins.

L'apparition du noyau marque une phase nouvelle de l'œuf, elle ne se fait que quand la fécondation s'est opérée. L'œuf alors est une cellule profondément différente de ce qu'elle était auparavant, et dans laquelle il va se passer des modifications de la plus haute importance.

DES MODIFICATIONS DE L'ŒUF DEPUIS LA FÉCONDATION JUSQU'AU MOMENT OU APPARAISSENT LES PREMIÈRES TRACES DE L'EMBRYON.

Le noyau vitellin, une fois formé, s'élargit bientôt, de façon à regarder par une de ses extrémités vers les globules polaires. Peu après, une dépression se montre à la surface du vitellus, dans le sens du grand axe du noyau et au-dessous des globules polaires; ce fait marque le début de la *segmentation*.

La dépression gagne dans un temps très-court le pôle opposé du vitellus, en passant par le noyau, et bientôt la masse vitelline est divisée

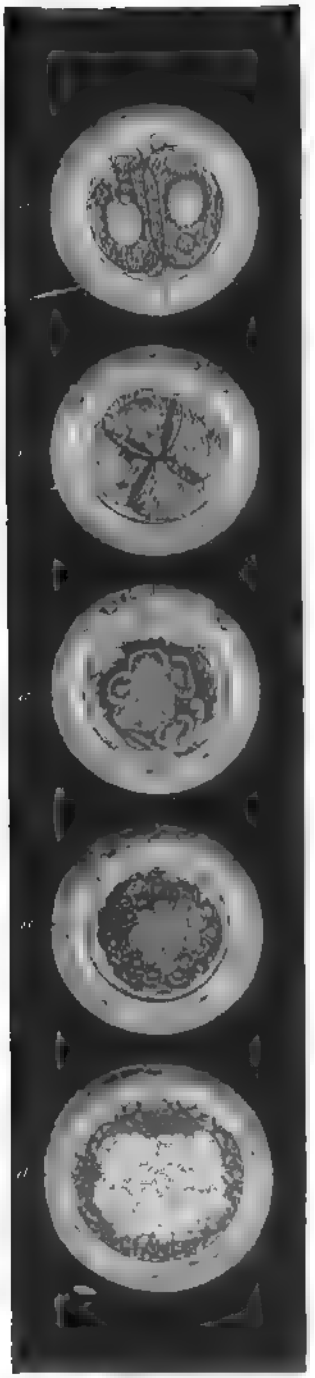


FIG. 53. — Segmentation et formation du blastoderme (*).

eu deux globes, d'abord ovoïdes, puis sphériques, contenant chacun un noyau. Dans chacun de ces globes se répète le même phénomène : ils se déprimen en un point, la dépression gagne le point opposé, passe par le noyau, de là la formation de quatre globes; la segmentation continue de la même manière, et la masse vitelline se trouve bientôt divisée en huit, seize, trente-deux, soixante-quatre, etc., globes dépourvus de parois.

Pendant longtemps il a été admis que les globes vitellins étaient le résultat de l'attraction des molécules du vitellus par le noyau. Cette opinion aujourd'hui n'est plus acceptable, depuis que M. Robin a fait voir que chez certain nombre d'animaux inférieurs, et en particulier chez les glossiphonies, les gastéropodes d'eau douce, les phénomènes de segmentation se faisaient régulièrement, quoiqu'il y ait, chez ces animaux, absence complète du noyau vitellin.

Tous les phénomènes que nous avons étudiés jusqu'à présent s'opèrent, en général, dans la trompe; l'œuf arrive par conséquent dans la matrice ainsi constituée : en dehors, il est formé par la membrane vitelline, membrane entourée, chez un grand nombre d'animaux, par une couche plus ou moins épaisse d'albumine. En dedans de la membrane vitelline, existent de nombreuses sphères qui donnent à l'œuf l'apparence d'une mûre; seulement ces sphères qui, dans la partie interne de la trompe, étaient encore éloignées de la membrane vitelline par un liquide intermédiaire, la touchent maintenant immédiatement.

Mais bientôt les globes vitellins, consti-

(*) Les quatre premières figures sont destinées à montrer comment se fait la segmentation du jaune, depuis la division en deux globes jusqu'à un fractionnement très-avancé. La cinquième figure montre le blastoderme constitué par des cellules à parois distinctes du contenu et dérivant des globes vitellins.

tués par des corps solides sans parois distinctes, s'entourent d'une enveloppe et se transforment en véritables cellules, qui continuent à se multiplier par scission. A mesure que ces cellules s'individualisent, de rondes qu'elles étaient, elles prennent une forme polyédrique par pression réciproque, en même temps que les granulations qu'elles renferment diminuent, ce qui les rend plus transparentes. Enfin, ces cellules qui, d'abord, existaient dans toute l'épaisseur de la sphère vitelline, ne tardent pas à se concentrer à la face interne de la membrane vitelline de façon à représenter une sorte de membrane, la *membrane blastodermique* ou plus simplement le *blastoderme*.

Aussitôt l'arrivée de l'œuf dans la matrice, la muqueuse hypertrophiée se laisse, comme nous l'avons vu, déprimer en un point, puis sur le pourtour de ce point déprimé s'élève une sorte de bourrelet qui, empiétant de plus en plus sur la partie externe de l'ovule, parvient au pôle opposé à son point de contact avec la paroi utérine, de manière à ne plus circonscrire qu'une petite ouverture, laquelle se ferme bientôt par la réunion de ses lèvres. C'est au niveau de l'endroit où ces lèvres se sont réunies entre elles pour compléter une sorte de kyste dans lequel l'ovule est retenu, qu'apparaît une tache arrondie et blanchâtre, la tache embryonnaire (Coste), ou l'*area germinativa* (Bischoff). Cette tache est due à une segmentation plus considérable des globes vitellins à ce niveau, cette segmentation donnant lieu à la production des cellules dites *embryonnaires*, qui diffèrent sous certain rapport des cellules du reste du blastoderme. Elles sont près de moitié moins grosses; leur noyau est plus petit; dès qu'elles sont isolées, elles s'arrondissent et ne restent pas comme les autres régulièrement polyédriques (Ch. Robin).

Lors de l'apparition de cette tache, on voit s'élever de la surface externe de la membrane vitelline de petites saillies grenues qui, en se développant, donnent naissance à des appendices creux, plus ou moins ramifiés, appelés villosités. Ces saillies, en contact direct avec la muqueuse, s'enfoncent et dans la caduque ovulaire et dans la caduque utéro-placentaire, et constituent les premiers moyens d'union de l'œuf et de la mère (fig. 54 et 57, B). C'est encore à l'instant de l'apparition de la tache germinative, que le blastoderme se divise au niveau de celle-ci et un peu au delà en deux feuillets, l'un externe, *sensitif* (séreux, animal), l'autre interne, *intestino-glandulaire* (muqueux, végétatif). Au bout de peu de temps, ces deux feuillets sont distincts dans toute leur étendue, de plus le feuillet interne se dédouble et donne ainsi origine à un troisième feuillet intermédiaire, le feuillet *germinatif* (feuillet vasculaire de certains auteurs). Celui-ci, toutefois, diffère des autres en ce qu'il ne s'étend pas, au début du moins, au delà de la tache embryonnaire. L'œuf, alors, est constitué par trois sphères membraneuses concentriques qui sont, en allant de dehors en dedans, la membrane vitelline, le feuillet blastodermique externe, le feuillet blastodermique interne. Sur un point de la surface de ces deux feuillets blastodermiques, on distingue la tache embryonnaire dans l'in-

térieur de laquelle s'est surajouté le feuillet moyen du blastoderme. Enfin, l'intérieur de la sphère ovulaire est rempli de liquide.

Les phénomènes que nous venons de décrire n'ont encore été vus que chez les oiseaux, les mammifères, les reptiles, les poissons et les animaux inférieurs; jusqu'ici les observations d'œufs humains recueillis dans la matrice, à l'instant de leur arrivée dans cette cavité, laissent le plus grand doute sur leur exactitude; il n'en est pas de même pour les phases ultérieures de développement que nous avons à examiner maintenant, ces phases ont été observées avec le plus grand soin sur l'embryon humain, si bien qu'à la rigueur on pourrait se dispenser, pour leur description, d'emprunts faits à l'ovologie comparée.

DE L'ŒUF DES MAMMIFÈRES DEPUIS L'APPARITION DE L'EMBRYON JUSQU'A LA NAISSANCE.

TACHE EMBRYONNAIRE. — La tache embryonnaire ou l'aire germinative est l'indice du lieu où l'embryon va se développer, mais rien encore dans cette tache ne dénote, par sa forme et son aspect, l'apparition des premiers linéaments de celui-ci. Cette tache, en s'agrandissant, se soulève en forme de bouclier à la surface du blastoderme; d'abord, elle est uniformément blanchâtre, mais au bout de peu de temps elle présente, à sa périphérie, une coloration obscure due à la multiplication plus considérable des cellules embryonnaires sur le pourtour de l'*area germinativa*, la partie centrale conservant, au contraire, une teinte claire. La partie obscure porte le nom d'*area germinativa obscura*, la partie claire d'*area germinativa pellucida*. Au milieu de l'*area pellucida* apparaît bientôt une ligne appelée à tort bandelette primitive, car cette ligne n'est point une partie solide, comme on le pensait autrefois. Delpech, MM. Coste et Bischoff ont fait voir qu'il s'agissait là d'une dépression linéaire, qui mériterait, par conséquent, mieux le nom de gouttière primitive. Quand cette gouttière est formée, la tache embryonnaire change d'aspect; de ronde qu'elle était, elle devient ovale, ensuite piriforme, puis sur les côtés de la gouttière primitive naissent deux renflements qui s'élèvent au-dessus d'elle, tendant en même temps à se rapprocher pour la fermer complétement (lames dorsales, lames médullaires), de là la formation d'un canal aux dépens de la partie interne duquel se développera la moelle épinière. Ce canal ne tarde pas à présenter, en avant, trois dilatations placées les unes à la suite des autres, dilatations qui sont les premiers vestiges de la tête, et dans les parois desquelles se formeront les diverses parties de l'encéphale. A l'autre extrémité de la gouttière, les deux bords affectent un aspect lancéolé, indice de l'extrémité caudale de l'embryon.

Pendant que ces phénomènes se passent, la partie de la tache embryonnaire située en dehors des lames dorsales se replie sur elle-même vers la face antérieure de l'embryon, de telle façon que ses bords con-

vergent vers une ligne fictive qui correspond à l'ombilic futur. C'est cette partie réfléchie de la tache embryonnaire qui représente ce que les auteurs ont appelé *lames ventrales* ou *viscérales*. L'apparition de ces lames

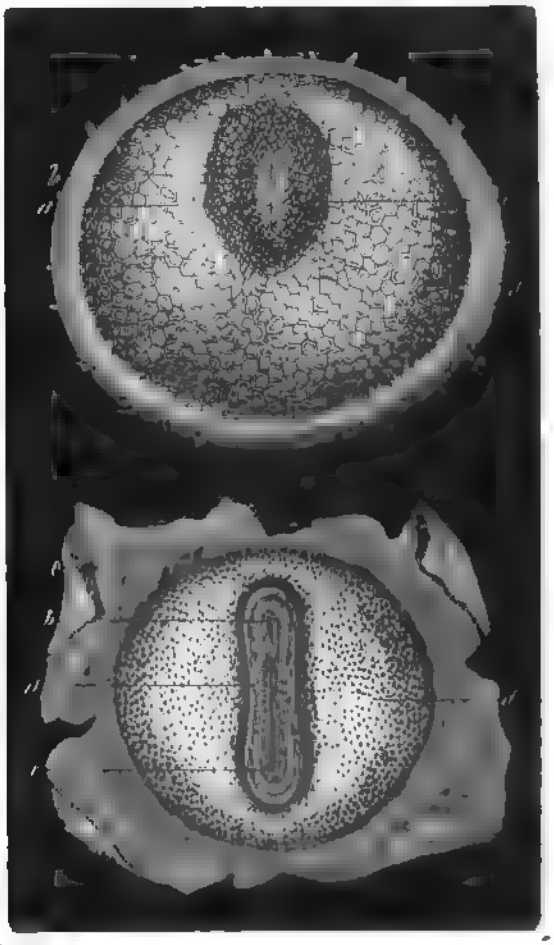


FIG. 54. — Tache embryonnaire à deux degrés différents de son développement (*).

donne lieu à de nouvelles modifications qui portent sur la partie du feuillet blastodermique externe qui leur fait suite, et aboutissent à la formation de l'amnios.

(*) La première figure montre la tache embryonnaire composée de cellules plus petites que celles du reste du blastoderme; *b*, area pellucida; *c*, area obscura; *a*, gouttière primitive; *c*, villosités commençant à paraître à la surface de la membrane vitelline.

La deuxième figure montre la tache embryonnaire avec un aspect piriforme; *a*, lames ventrales; *b*, extrémité antérieure de la gouttière primitive, correspondant à l'extrémité céphalique; *c*, extrémité postérieure de la gouttière correspondant à l'extrémité caudale; *d*, portion du feuillet séreux qui n'a pas concouru à la formation de la tache embryonnaire; *e*, membrane vitelline décollée en partie de la surface du blastoderme.

Amnios. — Quand les lames ventrales se sont portées au-dessous de l'embryon, elles ont entraîné avec elles la portion du feuillet séreux avec laquelle elles se continuent, de telle sorte que latéralement, ces deux feuillets s'adaptent exactement sur la convexité de ces lames. Du côté de l'extrémité céphalique de l'embryon, les trois renflements qui la constituent se sont élevés au-dessus de la vésicule blastodermique, en même temps que l'embryon s'est incurvé sur lui-même dans le sens de sa longueur. La portion du feuillet séreux qui se continue avec l'embryon derrière et au-dessous de l'extrémité céphalique, s'est nécessairement incurvé lui-même avec celui-ci, et a formé en avant un repli qui s'accentue d'autant plus que l'incurvation est plus considérable. Arrivé à un certain degré, ce repli coiffe l'extrémité céphalique à la manière d'un capuchon, de là le nom de *capuchon céphalique* qui lui a été donné. L'extrémité caudale s'infléchissant de même dans le sens du grand axe de l'embryon, entraîne, lui aussi, le feuillet séreux qui lui adhère, et par le fait de cette inflexion, ce feuillet coiffe l'extrémité caudale (*capuchon caudal*) comme le capuchon céphalique coiffe en avant l'extrémité céphalique.

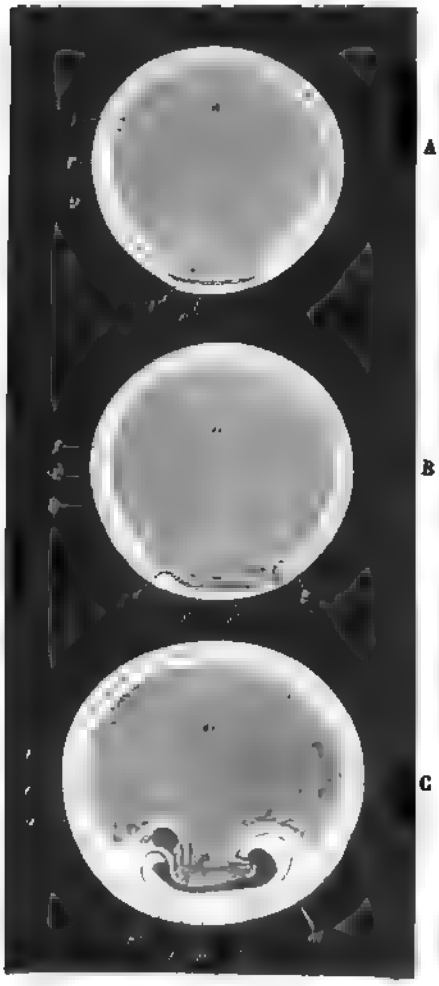


Fig. 55. — Figures schématiques du développement de l'œuf dans les premiers temps de la vie embryonnaire (*).

Ainsi, l'embryon se trouve, à un moment donné, entouré en avant, en arrière, sur les côtés et en bas, par trois replis, n'en formant, à proprement parler, qu'un seul, et qui partent des bords de l'ouverture ombili-

(*) A, B, C. — *v*, membrane vitelline; *e*, feuillet externe ou séreux du blastoderme qui, en *e'* et en *e*, concourt à la formation des capuchons céphaliques et caudaux; *e'* embryon; *i*, feuillet interne ou muqueux du blastoderme; *i'*, partie de ce feuillet qui concourt au développement de l'intestin.

C. — *a*, vésicule allantoïde à son origine; *o*, vésicule ombilicale constituée par la partie du feuillet muqueux qui n'a pas concouru à la formation de l'intestin; *p*, pédicule de la vésicule ombilicale. (Voyez aussi, pour la formation de l'amnios, la figure 57.)

cale, ces replis laissant à découvert une partie du dos de l'embryon; mais ceux-ci continuant à progresser vers le milieu de la face dorsale, leurs bords se rapprochent de plus en plus (fig. 55, C, *c'c*), jusqu'à ne plus circonscrire qu'une ouverture (fig. 57, A, *cc'*), l' *ombilic amniotique;* enfin ils se rejoignent complétement et se confondent (fig. 57, *cc'*). La membrane amniotique est alors toute formée, et représente un sac sans ouverture, appliqué exactement sur l'embryon, ne laissant libre que la partie qui correspond à l'ombilic cutané futur; ce sac, de plus, reste adhérent par un pédicule à la partie du feuillet séreux qui est demeuré en rapport avec la face interne de la membrane vitelline, sans prendre part à la constitution de l'amnios. Mais bientôt un liquide exhalé par l'amnios distend et remplit la cavité virtuelle que cette membrane circonscrivait, en même temps que le pédicule qui unissait celle-ci au feuillet séreux, resté en dedans de la membrane vitelline, disparaît, et alors l'embryon est entouré de toute part par un liquide contenu dans une poche dont les parois n'ont plus, avec les autres enveloppes de l'œuf, aucune communication directe.

L'amnios est constitué par deux tuniques, l'une interne épithéliale, l'autre externe fibreuse. La tunique interne est formée par une simple rangée de cellules pressées fortement les unes contre les autre. D'après M. Ch. Robin, ces cellules résulteraient surtout de la multiplication par scission des cellules les plus superficielles de la tache embryonnaire, elles seraient, comme celles-ci, minces, pâles, larges, nettement pavimenteuses, elles différeraient des cellules du feuillet externe du blastoderme qui n'a pas pris part à la formation de l'embryon, en ce que ces dernières sont polyédriques, moins larges, plus granuleuses. La tunique externe est formée par des fibres de tissu cellulaire et des cellules pâles étoilées, à noyau; Remak et Kölliker y ont trouvé aussi chez l'embryon de poulet des fibres musculaires lisses.

L'amnios est complétement dépourvu de nerfs et de vaisseaux propres.

On ne sait point quel peut être la destination des fibres musculaires de l'amnios chez l'embryon de poulet. La contractilité de cette membrane, chez ce dernier, est toutefois incontestable; de Baer et Remak, les premiers, l'ont constatée, mais elle a surtout été bien étudiée par M. Vulpian. Cet auteur a reconnu que les contractions de l'amnios étaient lentes à se produire et lentes à disparaître, après qu'on a appliqué à sa surface un excitent galvanique ou autre. Elles peuvent soulever, abaisser l'embryon, et lui imprimer des mouvements de latéralité. Normalement, elles lui communiquent une sorte de balancement rhythmique, un double mouvement de va-et-vient, avec repos alternatif, se reproduisant de dix à vingt fois par minute. Ces contractions peuvent être observées dès le sixième jour de l'incubation.

Liquide amniotique. — Le liquide amniotique est limpide, jaunâtre ou blanchâtre, fluide au début de la grossesse, visqueux à la fin. Il est inodore, sa saveur est salée; sa densité varie de 1018 à 1009. Sa réaction est

neutre ou faiblement alcaline. Il mousse au contact de l'eau quand on l'agite, comme une solution gommeuse. L'acide azotique ne produit dans ce liquide qu'un léger précipité, l'acide acétique donne lieu à un précipité gélatineux, insoluble dans un excès d'acide.

L'analyse a démontré la présence des principes immédiats suivants dans le liquide amniotique du fœtus humain :

Eau	991,00 à 975,00
Chlorures de sodium et de potassium	2,40 à 5,95
— de calcium	Traces.
Carbonate de soude	Traces.
Sulfate de soude	Traces.
— de potasse	Traces.
Phosphates et sulfates calcaires et magnésiens	0,14 à 1,72
Lactate de soude (Vogt, Regnauld)	2,00 à 3,50
Urée	Traces.
Graisse (Rees, Muck)	0,13 à 1,25
Créatine, créatinine (Schérer, Robin et Verdeil)	Non dosées.
Glycose (Cl. Bernard)	Non dosée.
Albumine et mucosine (Ch. Robin)	0,82 à 10,17 (Ch. Robin.)

Ce liquide est un produit d'exhalation de la membrane amniotique. Il est à remarquer toutefois qu'un certain nombre des principes que ce liquide contient, provient de l'urine qui a été expulsée de la vessie par le fœtus, tels sont l'urée, le sucre, la créatine, la créatinine.

La quantité de ce liquide varie avec l'époque de la grossesse; au début, il forme une couche très-mince tout autour de l'embryon; au deuxième mois, sa quantité augmente rapidement; à six mois, son poids peut atteindre le chiffre de 1 kilogramme ; à la fin de la grossesse, il n'est plus que de 500 grammes. Des différences notables peuvent du reste exister chez les divers sujets; on peut dire cependant, en général, que quand le fœtus est très-volumineux, la quantité du liquide amniotique est moindre, et qu'elle est plus abondante quand le fœtus est chétif.

L'usage principal du liquide amniotique est de protéger le fœtus contre les ébranlements qui peuvent lui être transmis. Il sert aussi à faciliter, lors de l'accouchement, la dilatation du col en s'engageant dans celui-ci sous forme d'une poche, enfin à lubrifier les parois du canal sexuel que l'enfant doit parcourir pour arriver à l'extérieur. Quelques auteurs ont pensé que le liquide amniotique avait encore pour usage de servir à la nutrition du fœtus ; mais, d'une part, il contient trop peu de substances azotées pour remplir ce rôle, d'autre part, l'enduit sébacé qui entoure le fœtus de très-bonne heure est un obstacle à son absorption.

CHORION.

On appelle chorion l'enveloppe la plus extérieure de l'œuf. La disposition et la nature de cette enveloppe sont essentiellement variables avec les

diverses phases du développement fœtal. Lors de l'apparition de la tache embryonnaire, la membrane vitelline se couvre à l'extérieur, comme nous l'avons déjà vu, de prolongements rameux qui plongent dans l'épaisseur de la caduque : mais cette membrane n'a qu'une existence temporaire; elle contracte bientôt des adhérences avec la portion du feuillet séreux blastodermique qui n'a pas concouru à la formation de l'amnios, et dès cet instant, qui survient quand l'œuf a atteint de 3 à 6 millimètres chez les animaux, elle s'atrophie. Avant que cette membrane soit résorbée

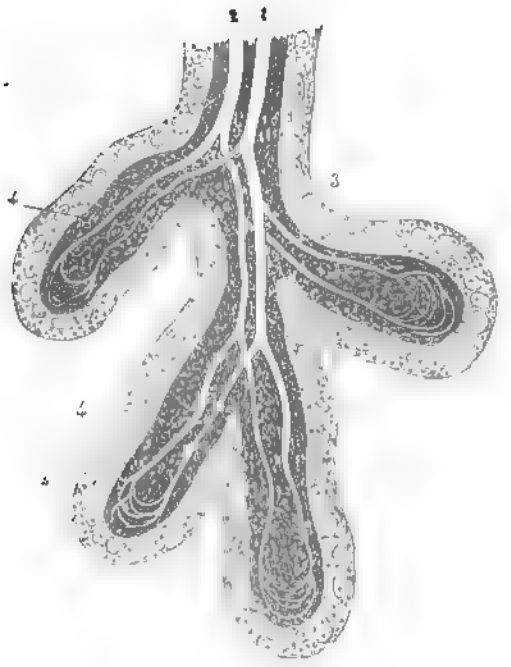


Fig. 56. — Portion de villosité (*).

complétement, des villosités creuses se sont développées à la superficie du feuillet blastodermique et ont pénétré les premières. Vers le trentième jour, tandis que la membrane vitelline tend à disparaître, le feuillet blastodermique se met en rapport, par sa face interne, avec la vésicule allantoïde qui s'interpose et s'étale entre elle et l'amnios sur toute la circonférence de l'œuf, en même temps qu'elle pénètre dans l'intérieur des villosités avec ses vaisseaux (fig. 57). Peu après, l'allantoïde a contracté des adhérences intimes avec le feuillet blastodermique; de plus, ses vaisseaux se sont atrophiés, et alors ces deux membranes n'en paraissent plus former

(*) 3, Tissu chorial qui forme la paroi de la villosité; 4, tissu lamineux contenu dans la villosité, au milieu duquel on voit une artère et une veine réunies entre elles par des arcades anastomosées.

qu'une seule. On donne en général le nom de *chorion primitif*, *premier chorion*, à l'enveloppe éphémère constituée par la membrane vitelline dans les premiers temps de la vie embryonnaire, et l'on appelle *chorion secondaire*, ou simplement *chorion*, l'enveloppe la plus extérieure de l'œuf à partir de l'instant où le premier chorion a disparu, c'est-à-dire l'enveloppe constituée par le feuillet blastodermique externe, confondu avec l'allantoïde atrophiée.

Le chorion est formé par des cellules polyédriques aussi épaisses que longues, à noyaux sphériques, quelquefois ovoïdes. Ces cellules, vers la sixième semaine, se soudent les unes aux autres de telle sorte que cette substance offre l'aspect d'une membrane continue possédant dans son intérieur des noyaux et des granulations. Les villosités ont la même structure que le chorion; quand l'allantoïde les a remplies, chaque villosité contient une artère et une veine qui fournissent autant de ramifications qu'il y a de digitations villeuses. Au fond de chaque cul-de-sac, l'artère et la veine communiquent par une série de petites arcades variables en nombre et anastomosées entre elles. Enfin, l'artère et la veine sont séparées l'une de l'autre, ainsi que de la paroi, par du tissu allantoïdien. A la naissance, alors que les villosités sont oblitérées depuis longtemps, on ne retrouve plus celles-ci que sous forme de filaments courts qui réunissent le chorion à la caduque.

VÉSICULE OMBILICALE.

Tant que l'embryon conserve, dans toute son étendue, une position à peu près horizontale, le feuillet blastodermique interne ou muqueux représente une sphère concentrique au feuillet blastodermique externe. Mais dès qu'il s'incurve sur lui-même d'avant en arrière, et que les lames ventrales se portent au-dessous de lui, la sphère interne tend à se rétrécir en un point, repoussée qu'elle est dans son contour et au niveau de ce point par les bords de ces lames; de telle sorte qu'elle représente bientôt deux vésicules communiquant l'une avec l'autre par un espace d'autant plus étroit que les bords des lames ventrales sont plus rapprochés. L'une de ces vésicules, la plus grosse, est située à l'extérieur de l'embryon, et constitue la vésicule ombilicale; l'autre, la plus petite, est située à l'intérieur et donnera naissance à l'intestin.

La vésicule ombilicale présente, au début, une poche relativement vaste qui occupe la plus grande partie de l'œuf. Mais au fur et à mesure que l'amnios se remplit de liquide, cette membrane vient former autour de la vésicule ombilicale une sorte de canal d'autant plus étroit, que sa distension est plus considérable (fig. 57 et 58). La vésicule ombilicale, dès lors, comprimée sur tout son pourtour, se pédiculise de plus en plus, et au bout d'un certain temps il ne reste plus d'elle qu'un cordon plein excessivement mince auquel fait suite une petite ampoule, qu'on retrouve entre l'amnios et l'allantoïde; enfin, le cordon et l'ampoule ne tardent

pas à être résorbés. On a donné le nom de *conduit omphalo-mésentérique*, ou *conduit vitello-intestinal*, au canal qui fait communiquer plus ou moins largement la vésicule ombilicale avec l'intestin (fig. 57, *p*). On a donné le nom d'*ombilic intestinal* à l'ouverture de communication qui existe

Fig. 57. — Figure schématique du développement de l'amnios, de la vésicule ombilicale, de la vésicule allantoïde, à une époque plus avancée que celle qui correspond à celle de la figure 56 (*).

(*) *c c'*, dans la figure A, représentent l'amnios, dont les bords ne se sont pas encore soudés au-dessus de l'embryon ; dans la figure B, cette membrane est fermée de toutes parts ; *e'*, embryon ; *i*, intestin ; *p*, pédicule de la vésicule ombilicale, ou conduit vitello-intestinal, la ligne qui se trouve à la partie inférieure de ce conduit correspond à l'ombilic intestinal ; *r*, pédicule de la vésicule allantoïde ; *n*, origine de cette vésicule à la partie inférieure de l'intestin. — *a*, *a'*, de la figure A représente les deux extrémités de la vésicule allantoïde allant à la rencontre l'une de l'autre ; *a*, de la figure B représente la vésicule allantoïde entourant l'œuf de toutes parts, et placée encore entre l'amnios et la vésicule ombilicale d'une part, le feuillet externe de l'autre ; *c*, feuillet blastodermique externe, muni en B, *q*, de villosités dans lesquelles pénètre un prolongement de l'allantoïde ; *v*, membrane vitelline, enveloppe temporaire de l'œuf qui disparaît après que les villosités choriales se sont constituées.

entre le conduit omphalo-mésentérique et l'intestin, et l'on a appelé *ombilic cutané* l'ouverture des lames ventrales circonscrite par les bords de celles-ci et par où passe la vésicule ombilicale, plus tard la vésicule allantoïde ; en un mot, les divers éléments du cordon.

STRUCTURE DE LA VÉSICULE OMBILICALE. — D'après M. Ch. Robin, les parois de la vésicule ombilicale sont formées par trois tuniques :

1° La tunique interne est constituée par la juxtaposition immédiate d'assez grosses cellules disposées sur plusieurs rangées; ces cellules sont arrondies, peu granuleuses à noyaux ovoïdes.

2° La tunique moyenne est formée par une seule rangée de cellules polyédriques molles, incolores, transparentes, à noyau clair; celui-ci contient un nucléole brillant. Entre cette rangée de cellules et la tunique interne, on trouve des réseaux capillaires à mailles polygonales.

3° La tunique externe est composée de fibres lamineuses fines, disposées en nappes plus ou moins écartées les unes des autres, entrecroisées en toutes directions et accompagnées de matière amorphe transparente.

Cette tunique externe a une origine toute spéciale; elle ne dérive point du feuillet interne, mais bien du feuillet moyen (lamelle fibro-intestinale). Cette lamelle, placée primitivement au-dessous de la tache germinative et ne dépassant pas cette tache, s'étale autour de l'intestin au fur et à mesure qu'il se forme, puis se prolonge insensiblement au delà de l'embryon sur toute la surface extérieure de la vésicule.

Les premiers vaisseaux qui apparaissent dans le feuillet muqueux sont destinés à cette vésicule; ils se composent de deux veines et de deux artères, les veines et les artères omphalo-mésentériques (voy. APPAREIL VASCULAIRE).

Le contenu de la vésicule est une substance jaunâtre pulpeuse friable. Il est formé par un liquide tenant en suspension des granulations jaunes libres, des cellules polyédriques à noyaux, quelquefois juxtaposées en plaques, enfin des noyaux libres ressemblant à ceux contenus dans les cellules.

Chez l'homme, cette vésicule a une importance sans doute beaucoup moindre que chez la plupart des animaux. Dès la fin du premier mois, en effet, la vésicule ombilicale s'est pédiculisée, et n'est plus représentée que par un léger renflement; peu à peu ses vaisseaux s'atrophient et disparaissent, sa trame subit le même sort; vers le quatrième, le cinquième mois, on n'en trouve plus de vestiges. Chez les oiseaux, cette vésicule contient, dans son intérieur, le jaune, substance nécessaire au développement de l'embryon; elle persiste jusqu'à la fin de l'incubation, et, même après l'éclosion, on en retrouve des traces dans l'intérieur de l'abdomen. Chez les chiennes, les lapines, elle persiste pendant toute la vie intra-utérine, et chez ces dernières la vésicule, à un moment donné, est si vaste, que, d'après M. Coste, l'embryon semble être contenu dans son intérieur. Les poissons naissent avec une vésicule ombilicale très-développée, placée

en dehors de l'abdomen, et ce n'est que quand celle-ci disparaît, qu'ils commencent à prendre de la nourriture. Chez les animaux donc, il est bien certain que le contenu de la vésicule ombilicale sert à la nutrition de l'embryon; il est probable que le même rôle lui est réservé dans l'espèce humaine, seulement dans des limites plus étroites.

ALLANTOÏDE.

L'allantoïde naît par un petit renflement d'abord arrondi, puis piriforme, au niveau de l'extrémité inférieure de la cavité viscérale de l'embryon. Les auteurs ne sont point d'accord sur le point exact d'où cette vésicule tire son origine : pour Reichert, elle dériverait des corps de Wolff; pour M. Coste, elle proviendrait du feuillet blastodermique externe, au niveau de l'union du capuchon caudal avec l'embryon. Enfin, selon Remak, elle procéderait d'un bourgeon qui proviendrait du feuillet blastodermique moyen. Dans ce bourgeon plein s'enfoncerait, en le déprimant comme un doigt de gant, un cul-de-sac du feuillet blastodermique interne. La vésicule ainsi formée serait alors constituée par deux tuniques, l'une externe, vasculaire, contenant les vaisseaux allantoïdiens ou ombilicaux et leurs ramifications, l'autre interne, épithéliale. L'opinion de Remak est celle qui, aujourd'hui, est le plus généralement admise.

Quand la vésicule allantoïde est apparue, la vésicule ombilicale est déjà en partie pédiculée et communique avec la cavité abdominale par l'ombilic cutané; l'amnios entoure par conséquent le pédicule de la vésicule ombilicale de toute part, à la façon d'un manchon. L'allantoïde, en se développant, franchit l'ombilic cutané, se place à côté du pédicule de la vésicule ombilicale; son développement allant en croissant, elle se rapproche de plus en plus de la caduque utéro-placentaire, puis elle s'étale autour de l'amnios, entre cette membrane et le feuillet séreux du blastoderme muni de ses villosités, jusqu'à ce que ses deux extrémités se soient réunies et confondues (fig. 57).

En raison même des rapports que cette vésicule affecte successivement avec l'ombilic cutané dont le rétrécissement devient de plus en plus notable, avec le conduit amniotique qui diminue de calibre insensiblement, avec l'amnios et le chorion qui tendent à se rapprocher de plus en plus, il résulte que dans l'espèce humaine, du moins, l'allantoïde change rapidement d'aspect. Dans l'intérieur de l'abdomen, elle persiste à l'état de cavité seulement à la partie inférieure, et constitue la vessie; au-dessus de la vessie, elle se réduit à un cordon qui devient l'ouraque. Au delà de l'ombilic, dans le conduit amniotique, ses parois s'adossent, et son contenu, primitivement liquide, s'épaissit, prend un aspect gélatiniforme, en même temps qu'un tissu conjonctif se développe au sein de cette substance. Enfin, dans l'espace compris entre le chorion et l'amnios, elle s'enfonce dans toutes les villosités du chorion; seulement, *en dehors de la caduque utéro-placentaire*, à un moment donné, elle s'y enfonce de telle sorte, que

les vaisseaux sanguins que les villosités avaient reçus, soumis à une pression considérable, ne reçoivent plus de sang et s'atrophient consécutivement. Les troncs eux-mêmes situés entre le chorion et l'amnios, comprimés par l'amnios qui se développe de plus en plus, subissent le même sort, et il ne reste plus, comme vestige de l'allantoïde dans les villosités et en dedans du chorion, qu'un tissu formé par des fibres lamineuses fasciculées, séparées par une substance demi-liquide et granuleuse, par des corps fibroplastiques et des cellules épithéliales sphériques, cellules qui tapissaient la face interne de l'allantoïde quand elle était encore à l'état de vésicule. C'est ce tissu que les auteurs ont appelé le *magma réticulé*. Au contraire, *au niveau de la caduque utéro-placentaire*, les villosités et les vaisseaux, non-seulement persistent, mais augmentent en nombre et en volume, et constituent la plus grande partie du placenta ; quant à la membrane allantoïde, elle se retrouve sur la face fœtale du placenta, sous forme d'une membrane dite *membrane lamineuse*.

L'étude du développement de la vésicule allantoïde a été chez la femme entourée de la plus grande obscurité jusque dans ces derniers temps, ce qui tient à ce que, chez elle, cette vésicule ne peut être observée que dans une période peu avancée de la vie embryonnaire ; chez les mammifères, au contraire, elle persiste à l'état de poche pendant la plus grande partie de la gestation. Pendant longtemps même cette vésicule fut niée chez la femme, et ce ne fut guère qu'en 1835 que M. Coste démontra son existence d'une façon bien nette ; seulement M. Coste considérait cet organe comme un organe transitoire, disparaissant complétement dès qu'il avait porté au chorion les vaisseaux allantoïdiens. Pour cet auteur, le magma réticulé était le résultat de la coagulation des fluides qui imbibaient l'œuf. Déjà, vers 1825, M. Velpeau assimilait, avec hésitation cependant, la substance demi-liquide cloisonnée par des filaments lamineux, et qui existe, entre le chorion et l'amnios, tout autour de l'œuf, à la membrane allantoïde des mammifères. Mais c'est à M. Ch. Robin que revient l'honneur d'avoir démontré d'une façon définitive que le magma réticulé était bien les restes de cette vésicule.

Lors de son apparition, la vésicule allantoïde de l'embryon humain contient un liquide qui disparaît quand sa cavité disparaît. La petite quantité de liquide qu'elle renferme fait que jusqu'ici il a échappé à l'analyse. Chez les mammifères, ce liquide est alcalin, neutre seulement à la fin de la gestation ; sa coloration est jaune, quelquefois brunâtre. Sa composition est la suivante :

Eau.
Carbonate terreux et alcalins (Dulong et Labillardière).
Chlorure de sodium.
Sulfate de soude.
Phosphate de soude.
— de chaux.

Phosphate de magnésie.
Chlorhydrate d'ammoniaque.
Lactate de soude.
Oxalates.
Urée (Dulong et Labillardière).
Allantoïne.
Glycose (Cl. Bernard, Stas).
Albumine.
Mucosine (Ch. Robin).

Il est à remarquer qu'un certain nombre de ces principes se retrouvent dans l'urine des jeunes animaux, ce qui permet de croire que l'humeur exhalée par la vésicule se mêle à l'urine sécrétée par les corps de Wolff ou les reins. L'usage de l'allantoïde est de servir de support aux vaisseaux qui doivent établir des communications entre la mère et le fœtus; elle sert aussi, sans doute, de réservoir à l'urine, et supplée ainsi à l'insuffisance de la capacité de la vessie. Il pourrait bien se faire que dans l'espèce humaine, la poche amniotique remplaçât sous ce rapport la poche allantoïde; c'est ce que semble du moins démontrer la présence d'un certain nombre de principes de l'urine dans le liquide de l'amnios.

PLACENTA.

Nous avons vu dans le chapitre précédent que l'allantoïde, après avoir enveloppé l'œuf dans toute son étendue, pénétrait dans les villosités choriales et les remplissait, tant celles qui s'enfoncent dans la caduque ovulaire, que celles qui s'enfoncent dans la caduque utéro-placentaire. Mais tandis que les premières, au bout d'un temps assez court, s'atrophient, les secondes prennent, au contraire, un développement de plus en plus considérable, les ramifications qu'elles supportent augmentent en longueur, en calibre, et tendent à s'enchevêtrer. On a donné le nom de placenta *frondosum* à l'ensemble de ces villosités, dont les divisions encore peu enchevêtrées sont faciles à isoler, et flottent sous forme arborescente très-délicate et très-élégante, quand on les plonge dans l'eau. L'hypertrophie des villosités augmente de plus en plus, leurs culs-de-sac latéraux deviennent plus nombreux en même temps que plus allongés; les vaisseaux allantoïdiens qui les ont pénétrés avec le tissu allantoïdien augmentent aussi en calibre et en nombre; enfin, l'hypertrophie de tous ces éléments devient telle, que les villosités se contournent sur elles-mêmes, se pelotonnent, s'entremêlent les unes aux autres de mille façons différentes.

En même temps que ces modifications s'opèrent du côté des enveloppes fœtales, des modifications non moins importantes surviennent du côté de la mère. Les cellules épithéliales de la caduque utéro-placentaire s'hypertrophient, et forment de véritables gaînes à toutes les villosités. Les vais-

seaux capillaires de la caduque prennent eux-mêmes plus de développement; ils augmentent en longueur et en calibre d'une façon telle, qu'ils ne tardent pas à former des flexuosités saillantes sous forme de plis vasculaires délicats; ces plis s'interposent aux villosités, et s'étendent jusqu'à la base de leur pédicule, se mettant ainsi en contact avec la face externe du feuillet chorial. Bientôt, sous l'influence de la compression à laquelle elles sont soumises, les minces parois des capillaires s'atro-

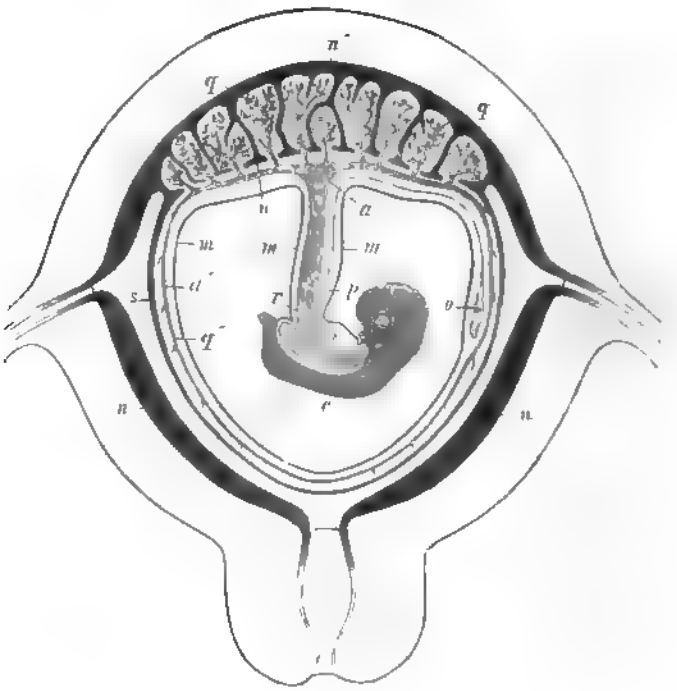


FIG. 58. — Schéma d'une phase de l'œuf plus avancée que celle qui est représentée dans la figure précédente (*).

phient et finissent par disparaître, si bien que leurs cavités se réunissent de manière à former de véritables lacs sanguins, dans lesquels, d'une part, s'ouvrent les artères et les veines utérines qui, elles aussi, ont subi une augmentation de volume; dans lesquels, d'autre part, plongent les villosités coiffées de leur gaine épithéliale.

Au moment de l'accouchement, par le fait du retrait de l'utérus, la

(*) *e'*, embryon; *i*, intestin; *p*, pédicule de la vésicule ombilicale réduit à un cordon plein; *o*, dernier reste de la cavité de la vésicule ombilicale cette petite ampoule est située entre l'amnios et le magma réticulé; *m*, *m*, conduit amniotique qui entoure complétement le pédicule de la vésicule ombilicale et celui de la vésicule allantoïde; *a'*, *q'*, magma réticulé, uni avec le chorion entourant l'œuf de toutes parts et présentant à sa surface externe des villosités atrophiées; *a*, portion de la vésicule allantoïde qui formera plus tard la membrane laminouse confondue en dehors avec le chorion; *q*, *q'*, villosités rameuses concourant pour la plus grande partie à la formation du placenta, et s'enfonçant dans la caduque utéro-placentaire; *s*, caduque ovulaire; *n'*, caduque utéro-placentaire; *n*, caduque utérine.

masse des villosités se détache, avec l'épithélium qui les entoure, des vaisseaux de la mère, ou mieux des lacs sanguins; alors elles représentent, avec le chorion, une sorte de gâteau vasculaire, tapissé à sa face interne par l'amnios, et qui porte le nom de *placenta*. Comme on peut le voir, cet organe est constitué presque exclusivement par des annexes du fœtus, à part les cellules de la caduque qui recouvrent la surface extérieure des villosités. L'expression de *caduque*, donnée à cette portion de la muqueuse sur laquelle s'implante le placenta, n'est par conséquent pas tout à fait exacte, puisque toute la membrane muqueuse interposée à la matrice et au fœtus ne disparaît pas; il ne disparaît que les parties les plus superficielles. On comprend aussi qu'il n'y a pas, à proprement parler, deux placentas, l'un maternel, l'autre fœtal, à moins qu'on ne donne le nom de placenta maternel à la simple couche épithélique qui recouvre les villosités.

La description que nous venons de faire des communications établies entre la mère et le fœtus par le placenta nous paraît celle qui doit être acceptée dans l'état actuel de la science. Toutefois il faut dire que cet intéressant problème a été résolu et l'est encore aujourd'hui de bien des façons différentes. Les premiers auteurs qui étudièrent ces communications pensèrent que les vaisseaux de la mère communiquaient directement avec les vaisseaux du fœtus : tels furent Vieussens (1698), Cowper (1698), Norwick (1743), et ceux-ci eurent pour adeptes Burton (1751), Haller (1766), Chaussier (1804), Radfort (1832) et Flourens (1836).

Parmi ces savants, les uns invoquaient le raisonnement : méconnaissant les phénomènes d'endosmose, ils ne pouvaient comprendre comment les échanges entre la mère et le fœtus pouvaient se faire entre deux ordres de vaisseaux séparés par une couche organique; les autres invoquaient les injections qu'ils avaient pratiquées : ceux-ci avaient remarqué que la matière à injection passait toujours dans le système vasculaire maternel et fœtal, que l'injection fût faite par les vaisseaux de la mère ou par les vaisseaux du fœtus. Flourens prétendit, en outre, avoir observé des vaisseaux communicants assez volumineux pour être distincts à l'œil. Mais de nombreuses raisons militent contre l'opinion de ces derniers. Déjà Ruysch avait fait voir que les injections bien faites ne dépassaient pas le système de vaisseaux dans lequel elles étaient poussées. Bonamy est arrivé au même résultat. Wrisberg, Osiander, d'autre part, ont vu, chez des enfants venus au monde avec le placenta, la circulation continuer encore un quart d'heure sans qu'il s'échappât du sang de sa masse. Enfin, M. Davaine a remarqué que chez les animaux en état de gestation et auxquels il avait inoculé du sang de rate, contenant une quantité considérable de bactéridies, le sang de la mère était chargé de ces infusoires, alors que le sang du fœtus n'en contenait pas. Bien d'autres raisons encore militent contre cette manière de voir : les globules du sang, dans les premiers mois de la vie embryonnaire, diffèrent totalement des globules du sang de la mère; le sang porté par le placenta au fœtus n'a pas la même constitution chimique

que celui de la mère; le pouls de l'enfant n'a pas la même fréquence que le pouls de la mère. Enfin, l'examen anatomique des villosités montre de la façon la plus nette que les vaisseaux du fœtus sont renfermés dans des conduits terminés en culs-de-sac, par conséquent ces vaisseaux sont séparés par une couche organique des vaisseaux utérins.

Parmi les auteurs qui n'admettent point de communication directe entre le système vasculaire de la mère et du fœtus, nous trouvons plusieurs opinions touchant les rapports des villosités avec les vaisseaux maternels. Les uns pensent que les vaisseaux de la muqueuse utérine restent à l'état de capillaires ordinaires, seulement ils sont augmentés de volume et s'entrelacent dans leurs ramifications ultimes avec les diverticulum allantoïdiens (Ruysch, Rouhault, Monro, Wharton, Reuss, Ant. Dubois, Eschricht, Jacquemier). Les autres n'admettent pas que les vaisseaux de la muqueuse utérine soient formés par de simples capillaires; ils seraient formés, soit par des veines considérablement dilatées (Kiwisch), soit par des sinus résultant de la disparition des parois des capillaires (Robin) ou des artères et des veines (Virchow, Kölliker), et consécutifs à un travail d'absorption effectué au sein même de la muqueuse, quand les villosités se développent outre mesure (Robin). Enfin, d'autres auteurs, conciliant ces deux opinions, M. Joulin, par exemple, pensent que les vaisseaux capillaires de la muqueuse utérine se transforment en réalité en sinus par résorption de leurs parois, mais que, dans un certain nombre d'endroits, les capillaires échappent à cette fusion et continuent à se développer à l'état d'isolement.

Tous les auteurs ne sont point non plus complétement d'accord sur le mode de pénétration des vaisseaux du fœtus dans le tissu utérin. Ainsi, selon Weber et Sharpey, les villosités s'enfonceraient dans les glandes utérines. Il n'y aurait pas pour eux seulement échange des matériaux entre la mère et le fœtus, mais les vaisseaux et les glandes de la matrice fourniraient une sécrétion dont s'empareraient les villosités et les vaisseaux ombilicaux. Cette opinion n'est plus acceptable aujourd'hui. Schrœder van der Kolk le premier, en effet, a montré anatomiquement que les villosités choriales ne s'enfonçaient pas dans les glandes de la caduque. D'autre part, M. Ch. Robin a fait voir qu'au début de la grossesse, les follicules de la caduque utéro-placentaire hypertrophiés étaient complétement remplis de cellules épithéliales, et que celles-ci, par conséquent, mettaient obstacle à la pénétration des villosités choriales dans l'intérieur des tubes glandulaires. Du reste, le développement d'un placenta, lors de la grossesse extra-utérine, dans des parties où aucune glande n'existe, ruinent nécessairement cette idée. Aujourd'hui, il est donc incontestable que les villosités plongent directement dans la muqueuse utérine, se coiffant, au fur et à mesure qu'elles la pénètrent, d'une gaîne de cellules épithéliales.

Le placenta, tel qu'il se présente quand il est détaché de la paroi utérine, est une masse molle, aplatie, plus épaisse à son centre qu'à sa circonfé-

rence; ses bords sont généralement arrondis; sa circonférence mesure environ 65 centimètres; son diamètre est de 16 à 22 centimètres, souvent cependant il est plus allongé dans un sens que dans un autre; son poids est de 500 à 600 grammes. La face externe du placenta ou face fœtale est lisse dans toute son étendue, et donne insertion au cordon ombilical. La face interne ou utérine est formée par des saillies (cotylédons) irrégulièrement arrondies et réunies entre elles par un tissu très-mou, fa-

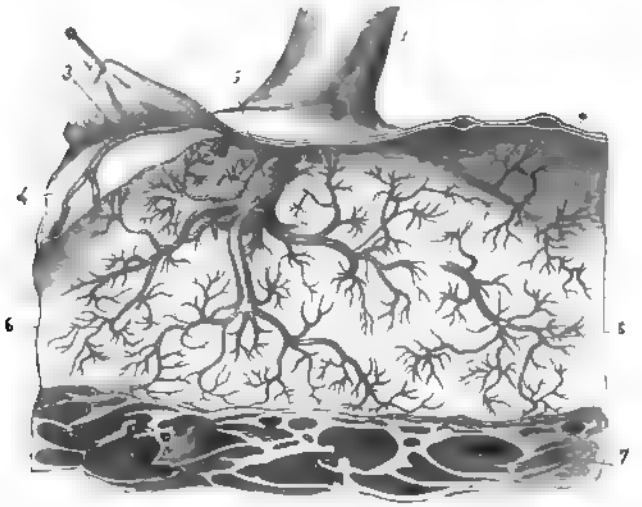


Fig. 59. — Rapports des diverses parties qui entrent dans la constitution du placenta (d'après M. Joulin) (*).

cile à déchirer. La circonférence du placenta se continue superficiellement, du côté fœtal, avec l'amnios, plus profondément avec le magma réticulé, le chorion et les deux feuillets des caduques réfléchies et utérines adossés l'un à l'autre.

Structure. — En allant de la face fœtale à la face maternelle, on rencontre d'abord l'amnios réduit à une membrane très-fine, isolable des couches sous-jacentes, se projetant du placenta sur le cordon ombilical, auquel il forme une véritable gaine.

Au-dessous de l'amnios, existe une couche membraneuse (*membrane intermédiaire* de Bischoff, *endochorion* de Dutrochet, *membrane lamineuse* de M. Joulin). Cette couche a été considérée par un certain nombre d'auteurs comme étant constituée par le chorion. M. Joulin, qui, mieux qu'aucun autre, a étudié cette membrane, a fait voir que ni sa position par rapport aux vaisseaux qui pénètrent dans le placenta, ni sa structure

(*) 1, cordon ombilical; 2, membrane lamineuse laissant voir l'orifice des vaisseaux coupés qui rampent entre les deux feuillets; 3, feuillet superficiel; 4, feuillet profond; 5, tronc artériel terminé par un bouquet; 6, bouquets formés par des troncs secondaires; 7, muqueuse utéro-placentaire et sinus utérins.

ne permettaient de la rattacher à ce feuillet. Il a fait observer que la partie superficielle de cette couche était placée au devant des vaisseaux qui s'irradient à la surface du placenta; par conséquent cette membrane ne peut avoir été, dans les premiers temps de la vie embryonnaire, placée derrière les vaisseaux et s'être reportée, à une certaine époque, au devant. D'autre part, comme nous allons le voir, cette membrane est formée de tissu lamineux, par conséquent d'éléments essentiellement différents de ceux du chorion.

M. Joulin décrit à cette membrane deux feuillets, un feuillet superficiel d'une épaisseur de 2 à 3 dixièmes de millimètre, transparent, facile à isoler, n'adhérant pas aux vaisseaux sous-jacents. Ce n'est qu'à la circonférence du placenta et à l'insertion du cordon que le feuillet superficiel et le feuillet profond se confondent intimement et ne peuvent être séparés l'un de l'autre. Le feuillet externe est formé de fibres lamineuses réunies en faisceaux par de la matière amorphe, ces faisceaux s'entrecroisant parfois, par des corps fibro-plastiques étoilés et fusiformes et par de rares vésicules graisseuses. Le feuillet profond a une consistance plus molle, sa transparence est moindre; son épaisseur est à peu près la même que celle du feuillet superficiel, si ce n'est dans les points qui correspondent aux divisions des gros bouquets vasculaires qui le traversent, là il peut acquérir jusqu'à un centimètre d'épaisseur; en ces endroits, il se prolonge sur ces divisions et leur forme une gaîne très-adhérente. Ce feuillet, en dehors, correspond à une couche de matière amorphe, granuleuse (tissu chorial); en dedans, il correspond à la face profonde des vaisseaux qui rampent entre les deux feuillets et contractent avec ces vaisseaux des adhérences très-intimes; sur le pourtour du placenta, ce feuillet se continue avec le magma réticulé. Sa structure est à peu près la même que celle du feuillet superficiel; les fibres lamineuses sont seulement plus fines, les vésicules graisseuses plus abondantes, quelquefois on trouve des gouttelettes graisseuses libres.

Il est facile de reconnaître, d'après cette description empruntée à M. Joulin, que la membrane lamineuse représente réellement les vestiges de la vésicule allantoïde. Les éléments qui la constituent sont de même nature que ceux de cette dernière; elle se continue avec le magma réticulé; elle se continue, de plus, avec la gélatine de Wharton, comme on peut le constater surtout quand on fait macérer le placenta; la membrane lamineuse présente alors, elle aussi, l'aspect gélatiniforme, et apparaît nettement en continuité de substance avec la substance muqueuse du cordon.

Au-dessous de la membrane lamineuse existe une couche amorphe au sein de laquelle on trouve un nombre considérable de noyaux longs de $0^{m},008$ à $0^{m},010$, larges de $0^{m},005$ à $0^{m},006$, séparés par de fines granulations à centre brillant. Cette couche, que représente le chorion, se continue avec la paroi des villosités qui possède une structure tout à fait identique.

Les villosités observées au terme de la grossesse sont constituées par des appendices munis de diverticulum en nombre plus ou moins considérable. Le corps de la villosité et ses prolongements latéraux sont repliés sur eux-mêmes de manière à former une sorte de touffe d'un gris rosé, très-friable. Ce sont ces touffes qui constituent les cotylédons placentaires; mais il est à remarquer que ces touffes s'entortillent les unes dans les autres d'une façon telle, qu'il est difficile de constater une ligne de séparation.

La direction des masses villeuses n'est point, dans la généralité des cas, perpendiculaire à la membrane lamineuse, elle est subordonnée à la direction plus ou moins oblique des troncs vasculaires qui les pénètrent; la plupart de ces masses, selon M. Joulin, seraient même parallèles à cette membrane, quelques-unes regarderaient cette membrane par leur extrémité. Chaque villosité a un pédicule en continuité de substance avec le chorion et appendu aux bouquets des branches vasculaires ombilicales. La face utérine des villosités est entourée d'une couche demi-transparente, visqueuse; cette couche recouvre toute la face externe du placenta, les saillies et les dépressions. Elle est formée par de la substance amorphe granuleuse, unissant les cellules épithéliales de la caduque. C'est entourées de cette enveloppe que les villosités plongent dans les lacs sanguins, dont on ne trouve, en général, aucune trace à la surface du placenta, si ce n'est à une petite distance du bord externe, où ils sont représentés par une veine circulaire décrite d'abord par Meckel, puis par M. Jacquemier (sinus circulaire, veine coronaire).

Selon M. Joulin, malgré l'intrication des villosités, il existerait entre elles des aréoles de formes irrégulières qui peuvent être évaluées de 3 à 8 millimètres cubes; ces aréoles seraient plus nombreuses, plus larges dans le voisinage de la membrane lamineuse que partout ailleurs, elles contiendraient une certaine quantité de plasma.

Dans leur intérieur, les villosités renferment les ramifications capillaires des vaisseaux ombilicaux et du tissu allantoïdien, qui les ont pénétrées peu de temps après la formation de l'allantoïde. La villosité représente donc un canal contenant des vaisseaux destinés à établir des relations entre la mère et le fœtus; mais il est rare qu'en examinant un certain nombre de villosités, on n'en trouve pas quelques-unes dont la communication soit interrompue avec le système vasculaire du fœtus. Selon M. Ch. Robin, ces villosités oblitérées seraient courtes, ovoïdes, rarement cylindriques, allongées; souvent elles sont appendues aux troncs ou aux branches principales par un court et étroit pédicule qui semble étranglé à son point d'insertion. Elles se détachent quequefois facilement par rupture de leur pédicule. La substance de ces ramifications est généralement remplie de granulations grisâtres, fines, très-rapprochées les unes des autres.

Les villosités sont sujettes encore à un deuxième genre d'oblitération, cette fois fibreuse. Dans ce cas, la cavité centrale de la villosité est rem-

plie de tissu cellulaire dont les filaments marchent parallèlement à son axe; ces filaments sont accompagnés de noyaux; la paroi propre de la villosité s'est chargée de granulations graisseuses, quelquefois de gouttes d'huile, quelquefois de sels calcaires. C'est à cette dégénérescence fibreuse que doivent se rapporter les lésions décrites sous le nom de placentite, d'induration, de cancer, de transformation fibreuse, fibrineuse, squirrheuse, graisseuse, calcaire (Ch. Robin).

VAISSEAUX DU PLACENTA. — Les artères du placenta proviennent des artères ombilicales qui lui sont amenées par le cordon. Arrivées à sa surface, elles se divisent en un certain nombre de troncs qui se placent entre les deux feuillets de la membrane lamineuse, et se dirigent vers la circonférence du placenta. A une certaine distance, ces troncs traversent le feuillet externe, en se divisant en un certain nombre de branches affectant la forme de bouquets : les unes se subdivisent immédiatement en rameaux, ramuscules; les autres supportent des bouquets secondaires qui, par la réduction de leur calibre, arrivent, de même que les premiers, insensiblement à l'état de capillaires. Les vaisseaux, ainsi atténués et appartenant à un même bouquet, pénètrent dans chaque villosité, laquelle présente autant de prolongements diverticulaires qu'il y a de ramuscules terminaux. L'artériole d'une villosité est toujours unique, de même que les ramuscules artériels des diverticules. Les uns et les autres présentent une disposition tortueuse, en rapport avec celle de leurs conduits. Au niveau des culs-de-sac, chaque artériole se continue avec un ramuscule veineux par une ou plusieurs anses, et la veine ainsi formée accompagne le vaisseau artériel jusqu'à la sortie de la villosité. Le ramuscule artériel et le ramuscule veineux ne sont point accolés l'un à l'autre dans l'intérieur de la villosité, mais ils sont séparés par du tissu allantoïdien, qui semble subdiviser la cavité villeuse en deux conduits adossés, comme deux canons de fusil. Les veines sorties de la villosité vont se rendre dans des branches de plus en plus considérables; celles-ci s'unissent à des troncs qui rampent comme les troncs artériels entre les deux feuillets de la membrane lamineuse. Enfin, tous ces troncs aboutissent à la veine ombilicale. Jusqu'ici on n'a pas trouvé dans le placenta, d'une façon certaine, ni vaisseaux lymphatiques, ni nerfs.

CORDON OMBILICAL.

Le cordon ombilical représente une tige cylindrique et molle, qui unit le fœtus au placenta. Cette tige n'est, à proprement parler, constituée que quand la vésicule ombilicale a disparu avec ses vaisseaux, et que l'allantoïde a perdu sa forme de vésicule et s'est tassée avec ses éléments vasculaires en un véritable cordon dans le conduit amniotique. Du côté du fœtus, le cordon s'échappe de l'ouverture ombilicale, limitée par la peau et par les fibres de la ligne blanche, écartées à ce niveau. Cette ou-

verture est d'autant plus rapprochée du pubis, que la grossesse est moins avancée; ce n'est qu'à six mois que l'insertion du cordon correspond au milieu de la paroi abdominale. Du côté du placenta, l'insertion du cordon se fait rarement juste au milieu de celui-ci. Il se rapproche toujours plus ou moins du bord, quelquefois même cette insertion se fait sur le bord directement (placenta en raquette). Enfin, on a vu les vaisseaux arriver sur les enveloppes de l'œuf, à une certaine distance du placenta, ramper dans l'épaisseur du magma réticulé, et parvenir ainsi au placenta après un certain trajet, pour se comporter ensuite de la façon accoutumée. Rarement l'insertion placentaire est perpendiculaire, presque toujours elle est plus ou moins oblique.

La longueur du cordon est variable; Velpeau estimait qu'elle était égale à celle de l'embryon à toutes les périodes du développement. Mais il y a à cette règle de nombreuses exceptions. En général, chez le fœtus à terme, la longueur est de 50 centimètres; on l'a vue de 1 mètre 50 centimètres; d'autre part, on a vu des cordons qui n'atteignaient que 30, 20 et 10 centimètres.

L'augmentation de la longueur du cordon expose à quelques accidents, surtout quand la poche amniotique est considérablement développée. Le cordon flotte alors dans ce liquide, et le fœtus, dans ses mouvements actifs, peut, en passant dans ses circonvolutions, déterminer la formation de vrais nœuds : rarement ces nœuds se serrent suffisamment quand le fœtus est dans le sein de la mère, de façon à interrompre la circulation; mais dans l'accouchement, il peut se faire, surtout si le cordon est court, que des tractions exercées sur le fœtus augmentent la striction, et causent ainsi la suspension de la circulation. L'enroulement du cordon autour du cou peut aussi amener la mort; l'enroulement autour d'un membre, la séparation de ce membre du tronc. Enfin, l'excès de longueur du cordon prédispose à sa chute après la rupture des eaux.

Le cordon, au lieu d'être complétement droit, est quelquefois enroulé sur lui-même. Ce fait est dû à des mouvements de rotation que le fœtus a effectués dans le sein de la mère. Quelquefois aussi il présente sur son trajet une augmentation de volume en certains points : qui lui donne une disposition ansiforme : c'est ce que l'on a décrit sous le nom de faux nœuds.

Structure. — A l'extérieur, le cordon est entouré par une membrane extrêmement fine, constituée par l'amnios, qui lui forme une véritable gaine dans tout son trajet. Au-dessous de cette gaîne, se trouve une masse molle, très-humide, ayant l'aspect d'une gelée (gélatine de Wharton). Cette masse est constituée par des filaments de tissu cellulaire, par des corps fibro-plastiques fusiformes ou étoilés, à un ou plusieurs noyaux; ces éléments sont unis entre eux par de la matière amorphe abondante. La gélatine de Wharton, demi-solide, a la même constitution que le magma réticulé, que la membrane lamineuse, que le tissu allantoïdien contenu dans les villosités choriales; si l'aspect, la consistance de ces parties va-

rient, cela tient à la quantité de matière amorphe qu'elles renferment et à la prédominance de tel ou tel élément anatomique.

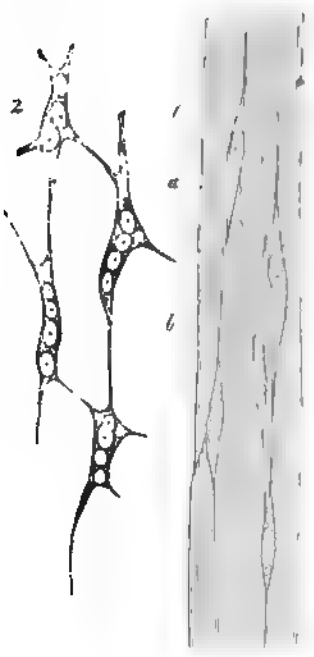


Fig. 60. — Éléments de la gélatine de Wharton (d'après Kölliker) (*).

Il est un point pathologique qui relie encore toutes ces parties : nous voulons parler de ces tumeurs molles, gélatiniformes, qu'on peut rencontrer sur tout le pourtour de l'œuf et sur le cordon, partout où se trouvent les vestiges de l'allantoïde. Le type de ces tumeurs, qui rentrent dans la classe des myxomes (formées par du tissu muqueux), se rencontre dans les môles hydatiques. Ces môles sont formées par de petites masses arrondies ou ovoïdes, pédiculées, molles, élastiques, fluctuantes, affectant, quant à leur aspect, celles d'une grappe de raisin. Or, toutes ces tumeurs sont formées par la prolifération des éléments cellulaires que contient le magma réticulé, et l'augmentation de la substance amorphe intercellulaire.

Dans la gélatine de Wharton, on trouve deux artères et une veine : les deux artères ombilicales et la veine ombilicale. A la coupe du cordon, il est toujours facile de distinguer ces vaisseaux : l'un, large, à parois très-minces, duquel s'échappe, à la pression, du sang, est la veine; les deux autres, à petit calibre, à parois relativement épaisses et de couleur blanc grisâtre, sont les deux artères. Très-exceptionnellement on rencontre deux veines, même trois, quelquefois une seule artère ou trois artères; d'autres fois, les artères se réunissent dans l'intérieur du cordon en une seule.

Dans l'intérieur du cordon, la veine est rectiligne; les deux artères, au contraire, neuf fois sur dix, sont contournées en tire-bouchon, de gauche à droite. Cette torsion des artères a été attribuée par quelques auteurs à la torsion que le fœtus imprimait à toute la masse du cordon; mais cette opinion ne serait acceptable que si le cordon était tordu sur lui-même dans toute son épaisseur. Haller l'attribuait à ce que les artères s'étaient développées dans le cordon d'une façon plus rapide que la gaine qui les contient; mais on ne voit pas comment, sous l'influence d'une pareille cause, elles se seraient contournées aussi régulièrement autour de la

(*) Pièce provenant du cordon ombilical d'un embryon de mouton long de 15mm,7. — 1, fragment représentant une substance intermédiaire fibrillaire et des cellules de substance conjonctive fusiformes et unies entre elles; 2, fragment qui contient encore de la substance interstitielle gélatineuse, et dont les cellules sont plutôt étoilées. Dans les deux préparations, presque toutes les cellules sont à noyaux multiples. — Grossissement de 350 diamètres.

veine. Simpson a cherché à expliquer cette torsion par la disposition de l'iliaque primitive droite, à la naissance de l'hypogastrique. Cette artère serait plus volumineuse que son homonyme, moins oblique, par rapport à l'aorte, de telle sorte que la tension sanguine serait plus considérable et celle-ci imprimerait à l'ombilicale droite la direction de droite à gauche que l'autre subirait passivement. Le mieux est de suspendre notre jugement sur ce point.

Les artères ombilicales sont remarquables par leur structure ; elles sont, en effet, dépourvues de tunique externe ou adventice, et ne possèdent pas dans leur épaisseur de *vasa vasorum*. La tunique externe est représentée par la gelée de Wharton, qui n'a pas non plus de vaisseaux propres.

Le cordon ne possède pas de vaisseaux lymphatiques. Selon quelques auteurs, il contiendrait des nerfs, mais seulement vers l'extrémité fœtale. Valentin a suivi dans son intérieur des nerfs jusqu'à 4 pouces, il a constaté leur véritable caractère par l'examen microscopique. Lud. Hirschfeld a fait voir que des filets nerveux, provenant du plexus hépatique, accompagnaient la veine ombilicale dans sa portion abdominale et pouvaient être suivis jusqu'à quelques centimètres au delà.

Les usages du cordon sont de servir de support aux vaisseaux qui établissent des communications entre la mère et le fœtus. Le rôle de la substance gélatiniforme est sans doute d'atténuer les effets de la compression à laquelle le cordon peut être soumis dans le sein de la mère.

A la naissance de l'enfant, l'accoucheur lie le cordon à une petite distance de l'ouverture ombilicale, puis pratique sa section au delà de la ligature. Cette portion restante, devenue complétement inutile à l'organisme, est alors un véritable corps étranger dont celui-ci se débarrasse par un mécanisme particulier dont on doit la connaissance à M. Richet. Cet auteur a fait voir, le premier, que chez le nouveau-né il existait, sur le pourtour de l'ouverture ombilicale et sur sa face péritonéale, un bourrelet rougeâtre constitué par des fibres contractiles. Ces fibres représentent dans leur ensemble un véritable sphincter qui, après que la circulation est interrompue dans les vaisseaux ombilicaux, revient sur lui-même et opère progressivement la section des éléments vasculaires du cordon, comme le ferait une ligature ; de là, la mortification du tissu qui traverse l'anneau à partir d'un point qui est toujours le même, c'est-à-dire à partir du bord postérieur de cet anneau. La présence de ce sphincter explique aussi l'inflammation circonscrite qui accompagne la mortification du cordon, l'absence d'hémorrhagie lors du travail ulcératif qui la suit, enfin la résistance efficace offerte dans les premiers temps de la vie par l'anneau ombilical à la pression des viscères, pression à laquelle ne sauraient s'opposer ni la cicatrice cutanée encore trop molle, ni les faisceaux fibreux des aponévroses, qui restent toujours écartés à peu près au même degré.

Que deviennent, après la chute du cordon, les vaisseaux intra-abdominaux qui aboutissent à l'ombilic ? Pendant longtemps on a admis qu'après la naissance, les artères et la veine ombilicale se transformaient

en autant de cordons fibreux continuant à converger vers l'ombilic. C'est là une erreur qui a été renversée par M. Lorain et surtout par M. Ch. Robin. Après la chute du cordon, les trois conduits vasculaires qui aboutissent à l'ombilic se rétractent graduellement, de telle façon qu'au bout d'un certain temps, le bout des artères est reporté vers les parties latérales de la vessie de 5 à 14 centimètres de l'ombilic, le bout de la veine se rapproche du foie et est éloigné de l'anneau de 5 à 8 centimètres. Cette rétraction, qui est un obstacle à la pénétration du sang dans l'intérieur de ces vaisseaux, ne porte toutefois que sur la tunique interne et la tunique moyenne, la tunique externe ou adventice reste adhérente à l'ombilic. Aux tuniques adventices des artères et de la veine qui convergeaient vers l'anneau succèdent autant de groupes de ligaments filamenteux plus riches en fibres élastiques que la tunique externe des artères, que celle des veines surtout (Ch. Robin). Ces ligaments sont d'un blanc jaunâtre mat, qui tranche sur la couleur nacrée des aponévroses. Ils prennent naissance à la surface des moignons artériels et veineux sous forme de filaments aplatis qui rampent sur ces moignons dans une longueur de 2 à 5 centimètres, puis les dépassent et se dirigent au delà de leur bout jusqu'à l'ombilic.

ÉCHANGES ENTRE LA MÈRE ET LE FŒTUS.

Il est facile de voir, d'après tout ce que nous venons de dire, qu'à partir de l'instant où l'œuf est fécondé dans la partie initiale de la trompe jusqu'à celui où le fœtus abandonne les parties génitales de la mère, l'œuf emprunte à celle-ci les matériaux de sa constitution d'une façon différente, suivant les phases par lesquelles il passe dans son développement. Au début, l'œuf, en descendant dans la trompe, augmente de volume, par le passage à travers la membrane vitelline de la substance albumineuse qui l'entoure ou qu'il trouve sur son trajet.

L'œuf arrivé dans la matrice se nourrit aux dépens des sucs dont la muqueuse est pour ainsi dire gorgée par le fait de la congestion dont celle-ci a été le siége pendant la menstruation.

Au bout d'un certain temps, la membrane vitelline a donné naissance à des villosités qui ont pénétré dans la caduque utéro-placentaire et ovulaire. Quelques auteurs ont considéré ces appendices à culs-de-sac multiples comme un artifice employé par la nature pour favoriser vers le fœtus l'écoulement des fluides qui viennent de la mère. Mais il est probable que les liquides issus des vaisseaux des caduques passent par endosmose à travers tous les points de la membrane vitelline, et que les villosités ont surtout pour usage d'amplifier les surfaces absorbantes. Il est à remarquer que les liquides nutritifs provenant de la mère doivent, pour parvenir au fœtus, traverser des cellules épithéliales hypertrophiées avant d'atteindre la membrane vitelline. Il n'est pas irrationnel de croire, avec quelques auteurs, que ces cellules puissent modifier chimiquement les principes des fluides qui les parcourent, et leur donner

une composition qui soit en rapport avec les phénomènes particuliers de nutrition et de développement auxquels ils sont destinés.

A l'instant où les vaisseaux de l'embryon commencent à apparaître dans la vésicule ombilicale, les relations vasculaires du fœtus et de la mère ne sont pas encore réalisées, car la vésicule ombilicale reste isolée des membranes caduques, et les vaisseaux qui parcourent ses parois ne peuvent servir qu'à la résorption des matériaux contenus dans son intérieur.

Mais peu de temps après l'apparition de la vésicule ombilicale naît la vésicule allantoïde qui supporte les vaisseaux ombilicaux. Cette vésicule ne tarde pas à s'étaler tout autour de l'œuf, entre l'amnios et le chorion, et à pénétrer dans les villosités choriales qui plongent dans la caduque utéro-placentaire et dans la caduque ovulaire, entraînant avec elle ses propres vaisseaux. A cette époque donc, les vaisseaux du fœtus s'approchent de ceux de la mère, mais ils demeurent à distance les uns des autres. Le sang maternel est isolé du sang fœtal par une couche organique constituée par la substance allantoïdienne interposée entre les vaisseaux allantoïdiens et la villosité, par la villosité elle-même et par les cellules hypertrophiées de la caduque. Il faut donc que les fluides de la mère, destinés au développement du fœtus, traversent cette couche pour arriver dans le système des vaisseaux allantoïdiens.

Quand les villosités choriales de la portion extra-placentaire de l'œuf se sont atrophiées et que leurs vaisseaux ont disparu, l'amnios s'est développé, et ses parois sont déjà distendues par une certaine quantité de liquide. Ce liquide, malgré la disparition des vaisseaux allantoïdiens, continue à augmenter pendant un certain temps, et provient, sans aucun doute, des vaisseaux de la mère; toutefois il ne sert pas, comme nous l'avons vu, à la nutrition du fœtus. Cette poche semble, au contraire, être une barrière interposée entre la mère et le fœtus. Mais alors les villosités, ainsi que leurs vaisseaux, qui ont pénétré dans la muqueuse utéro-placentaire, ont pris un accroissement considérable en même temps qu'ils se sont mis en relation de plus en plus intime avec les capillaires dilatés de cette muqueuse, jusqu'à ce que les parois de ceux-ci, étant résorbées, les villosités plongent dans le sang des sinus, résultat de cette résorption. Ainsi se trouvent constitués définitivement, pour le reste de la vie intra-utérine, les rapports vasculaires de la mère et du fœtus, rapports plus intimes que dans les périodes précédentes, mais demeurant cependant toujours indirects, le passage des matériaux de l'un à l'autre s'effectuant toujours par l'intermédiaire d'une couche organique et par un phénomène d'endosmose. (Voy. FONCTION DE RESPIRATION.)

Index bibliographique (Développement de l'œuf). — BISCHOFF, *Développement de l'œuf* (*Encyclopédie anatomique*, trad. française, Paris, 1843). — DE BAER, *Epistolæ de ovi mammalium et hominis genesi.* — CARUS, *Sur la rotation de l'embryon dans l'œuf des mollusques gastéropodes* (*Bulletin de Férussac*, Paris, 1828, t. XIV). — DUMORTIER, *Mémoire sur l'embryogénie des mollusques gastéropodes* (*Annales des sciences naturelles*, Paris, 1867). — CH. ROBIN, *Mémoire sur les phénomènes qui se passent dans l'ovule avant la segmentation du vitellus* (*Journal de physiologie* de Brown-Séquard,

année 1862). — IDEM, *Mémoire sur les globules polaires de l'ovule* (lu à l'Académie des sciences le 11 janvier 1862, et *Journal de physiologie* de Brown-Séquard, année 1862). — IDEM, *Note sur la production du noyau vitellin* (*Journal de physiologie* de Brown-Séquard, 1862). — BISCHOFF, *Ueber das Drehen des Dotters bei Säugethieren während dessen Durchgang durch den Eileiter* (*Archiv für Anat. und Physiol.*, Berlin, 1841, et *loc. cit.*). — COSTE, *Embryologie comparée.* Paris, 1837. — IDEM, *Sur le développement de l'homme* (*Acad. des sciences*, 1843). — IDEM, *Histoire générale et particulière du développement des corps organisés.* Paris, 1847. — DELPECH et COSTE, *Recherches sur la génération des mammifères, suivie de recherches sur la formation de l'embryon.* Paris, 1834. — DULONG et LABILLARDIÈRE, *Des fluides contenus dans les membranes qui servent d'enveloppe au fœtus* (*Journal général de médecine*, t. LXIII). — VULPIAN, *Note sur quelques points relatifs à la physiologie de l'amnios et de l'allantoïde chez les oiseaux* (*Journal de physiologie* de Brown-Séquard, t. I, année 1858). — IDEM, *Mémoires de la Société de biologie*, 1858. — COURTY, *Mémoire sur la structure et les fonctions des appendices vitellins de la vésicule ombilicale chez le poulet* (*Ann. des sciences naturelles*, 1848). — VELPEAU, *Embryologie ou ovologie humaine.* Paris, 1833. — HALLER, *Elementa physiologiæ.* — CHAUSSIER, *Sur les communications des veines utérines avec l'ombilicale* (*Bulletin de la Société médicale de Paris*, 1804). — FLOURENS, *Sur la circulation utéro-placentaire* (*Ac. des sciences*, 1836). — RUYSCH, *Circulation placentaire* (*Thesaurus anatomicus*). — BONAMY, *Recherches sur les vaisseaux utéro-placentaires* (*Gaz. méd.*, 1840). — DAVAINE, *Nouvelles recherches sur la maladie charbonneuse, connue sous le nom de sang de rate* (*Acad. des sciences*, 1864). — ROUHAULT, *Allantoïde* (*Mémoires de l'Académie des sciences*, 1714, 1715, 1716). — MONRO, *Placenta* (*Essai de médecine*, éd. 1749). — A. DUBOIS, *Artères utéro-placentaires* (*Acad. des sciences*, 1836). — ESCHRICHT, *De organis quæ respirat. et nutrit. fœtus mammalium inservient.* Copenhague, 1837. — JACQUEMIER, *Recherches d'anatomie et de physiologie sur le système vasculaire de l'utérus humain pendant la gestation.* Paris, 1838. — KIWISCH, *Remarques anat.-physiol. sur la circulation du placenta et de l'utérus gravide* (*Gaz. méd.*, 1843). — VIRCHOW, *Sur la circulation placentaire* (*Archiv für pathol. Anat.*, 1851). — IDEM, *Sur la formation du placenta* (*Verhandlungen* de Kölliker). — KÖLLIKER, *Sur le placenta* (*Geburts Kund* de Kiwisch, Erlang., 1851). — ROBIN, *Note sur les connexions anatomiques et physiologiques du placenta avec l'utérus* (*Société de biologie*, 1860). — JOULIN, *Recherches anatomiques sur la membrane lamineuse, l'état du chorion et la circulation du placenta à terme.* Paris, 1865, et *Archives générales de médecine*, 1865. — IDEM, *Traité complet d'accouchement*, 1866. — MECKEL, *Placenta* (*Manuel d'anatomie*, Leips., 1860). — SIMPSON, *Sur les causes qui produisent la direction spirale des vaisseaux ombilicaux* (*Edinb. med. Journal*, 1859). — RICHET, *Traité pratique d'anatomie chirurgicale*, t. II, 1857. — LORAIN, *De la fièvre puerpérale chez la femme, le fœtus et le nouveau-né.* Paris, 1855. — CH. ROBIN, *Mémoire sur la rétraction des vaisseaux ombilicaux et sur le système ligamenteux qui leur succède* (*Société de biologie*, 1858).

DÉVELOPPEMENT DES ÉLÉMENTS ANATOMIQUES.

L'embryon, à son origine, est, comme nous l'avons vu, constitué exclusivement par des cellules dites embryonnaires, résultant de la scission effectuée dans les cellules du blastoderme, au sein de l'aire germinative. Mais les cellules embryonnaires ne tardent pas à être remplacées par des éléments anatomiques qui, s'agençant les uns à côté des autres, concourent à la formation des tissus. Les tissus eux-mêmes, en s'unissant entre eux, concourent à la formation des organes.

En vertu de quel travail les éléments anatomiques succèdent-ils aux cellules embryonnaires? Quoique cette question nous ait déjà occupé (voy. p. 65), nous croyons cependant qu'il est nécessaire d'entrer ici dans plus de développements.

Deux opinions sont encore actuellement en présence, l'une a pour re-

présentant Kölliker, mais surtout Remak, Virchow et la plupart des auteurs allemands, l'autre a pour représentant M. Ch. Robin.

Dans la première opinion, les cellules embryonnaires serviraient directement à la formation des éléments anatomiques, soit qu'elles persistent à l'état de cellules, soit qu'elles subissent des métamorphoses qui les transforment en lamelles, fibres, tubes, etc. Ainsi les globules blancs du sang, les globules lymphatiques, les cellules des glandes folliculaires, beaucoup de cellules glandulaires et épithéliales, ne seraient que des cellules embryonnaires primitives dont le contenu et la forme n'auraient été que peu modifiés. Les cellules adipeuses, les globules sanguins, beaucoup de cellules glandulaires et certaines cellules épithéliales seraient des cellules embryonnaires qui se seraient chargées d'un contenu particulier. Parmi les cellules transformées, il faudrait ranger les lamelles des productions cornées, les diverses fibres-cellules (fibres musculaires, fibres du cristallin, fibres dentaires, beaucoup de corpuscules du tissu conjonctif), les cellules étoilées de toute espèce (corpuscules de tissu conjonctif, cellules osseuses, cellules nerveuses, cellules musculaires étoilées).

Dans cette opinion, tous ces éléments, une fois formés, se multiplieraient, soit par simple scission, soit par scission endogène, soit par bourgeonnement, de telle sorte que tout élément anatomique proviendrait, en définitive, d'une cellule; la cellule naîtrait d'une autre comme un animal naît de ses parents. De même que tout être descend d'une longue suite de générations dont la chaîne n'a jamais été rompue, de même une cellule descend, de mère en fille, par une généalogie qui remonte à la création. C'est là la théorie *cellulaire* dans toute l'acception du mot, ou encore la théorie du *développement continu* (Virchow), ou encore la théorie de la *métamorphose*.

Pour M. Ch. Robin, contrairement à l'opinion des auteurs précités, les cellules embryonnaires ne prennent point part directement à la formation des éléments anatomiques. Ces cellules n'ont qu'une existence temporaire; au bout d'un temps très-court, elles se liquéfient, et leur contenu devient alors un blastème, au sein duquel naissent par genèse des noyaux ovoïdes, granuleux, dits embryoplastiques. Autour de ces noyaux se déposent bientôt, soit sur toute la périphérie (médullocelles, cytoblastions, cellules nerveuses de la substance grise), soit seulement aux deux pôles (fibres-cellules musculaires, tubes du sarcolemme, fibres élastiques, tubes nerveux, tubes vasculaires), des amas de substance organique qui ne tardent pas à prendre la forme de tel ou tel élément anatomique.

Pour quelques espèces, ces noyaux ont tous les caractères des noyaux embryoplastiques; pour d'autres, tels que les éléments élastiques, les fibres musculaires de la vie animale, etc., les noyaux servant de centre de génération, bien qu'ovoïdes comme les précédents, en diffèrent cependant par des dimensions plus considérables, par leur aspect plus granuleux.

Les éléments anatomiques, une fois formés, présentent des changements incessants dans leur structure jusqu'à l'instant où ils ont acquis tout leur

développement, dit adulte. Ceux de ces éléments qui sont creux à l'époque de leur complet développement naissent pleins, comme on le voit pour les capillaires, pour la paroi propre des tubes nerveux périphériques et les tubes du sarcolemme; ceux qui sont très-ramifiés, comme les fibres élastiques, naissent peu subdivisés. Enfin, pour quelques-uns, un seul noyau sert de centre de formation à plusieurs fibres, comme on le voit pour les fibres élastiques et les fibres lamineuses; pour d'autres, au contraire, tels que les tubes du myolemme, ceux de la paroi propre des tubes nerveux périphériques, plusieurs noyaux servent de centre à ce qui constituera plus tard un seul tube.

M. Ch. Robin reconnaît, lui aussi, qu'un certain nombre d'éléments anatomiques, une fois constitués, peuvent se reproduire aux dépens de leur propre substance; il admet trois modes de reproduction, par scission, par segmentation et par bourgeonnement; mais pour cet auteur ce ne serait pas là les modes de génération les plus normaux, les plus habituels. On chercherait en vain des exemples d'un quelconque de ces modes sur les cellules nerveuses, les fibres musculaires lisses ou striées, sur les corps fibro-plastiques fusiformes ou étoilés.

Il ne faudrait pas croire, d'après les divergences qui existent entre les savants dont nous venons de rapporter les opinions, qu'on voit autrement avec les verres grossissants en deçà du Rhin et au delà, comme le croient ou le disent certains esprits, heureux de trouver un prétexte pour déprécier la valeur des recherches microscopiques. Les divergences ne portent point, en général, sur les faits observés, mais bien sur leur interprétation. S'il était permis de suivre sans interruption toutes les phases que parcourt un élément anatomique pour arriver à son développement complet, les dissidences ne manqueraient pas de se dissiper. Malheureusement, il est une de ces phases qui échappe, c'est celle qui correspond à la période tout à fait initiale; celle-là passe très-rapidement, si bien qu'on ne peut guère avoir sous les yeux qu'un élément déjà trop âgé pour pouvoir dire exactement son origine. Il n'est point étonnant, dès lors, que les uns croient voir dans l'élément anatomique arrivé à ce degré de développement, une transformation de cellules préexistantes, les autres un développement aux dépens des noyaux libres contenus dans le corps de l'embryon. Pour nous, c'est moins d'après l'aspect des éléments anatomiques originels que nous nous rangeons à l'opinion de M. Ch. Robin que d'après le nombre, relativement immense, de noyaux embryoplastiques, par rapport aux cellules embryonnaires, qui existent à l'instant où les divers tissus vont se développer.

Il est permis seulement de se demander si les noyaux sont de toute nécessité pour la création des éléments anatomiques. M. Ch. Robin lui-même admet que ce mode de formation n'est pas absolument général ainsi, de son aveu, les canaux de l'ivoire, les prismes de l'émail, ne seraient précédés, dans leur apparition, d'aucun noyau qui servirait de centre de génération. De plus, les hématies et les leucocytes, selon cet

auteur, naîtraient spontanément chez l'embryon comme chez l'adulte, sans être précédés, dans leur formation, de noyaux.

M. Broca, qui, dans son *Traité des tumeurs*, a soumis à une critique sévère la théorie du développement continu, pense que l'apparition des éléments anatomiques ne dérivant ni de noyaux ni de cellules, serait plus générale qu'on ne le croit. Pour lui, une partie du tissu conjonctif se formerait chez l'embryon, soit par une simple fissuration, soit par organisation directe du blastème. Il aurait vu aussi des tissus accidentels se former de la même façon, à l'état pathologique, dans l'épaisseur des cartilages articulaires, ainsi que dans certaines tumeurs fibreuses. Ajoutons que Kölliker lui-même admet le développement spontané des globules sanguins à une certaine période de la vie embryonnaire (1re édition française, page 654), et que partisan, dans sa première édition, de la métamorphose des cellules pour la formation des fibres élastiques et des fibres lamineuses, il rejette complétement, dans la seconde, ce mode de formation.

Les auteurs que nous venons de citer ont donc une grande tendance à admettre qu'un blastème peut servir de milieu au développement des éléments anatomiques sans le secours immédiat, du moins, de cellules ou de noyaux. Ce fait, cependant, doit être considéré comme une grande exception à une règle générale; si exceptionnel qu'il soit, il constitue une des objections les plus graves à opposer à la théorie du développement continu.

L'étude isolée du développement des éléments anatomiques est des plus importantes, car elle seule permet de comprendre les nombreuses aberrations de développement que présentent les tissus chez l'adulte, aberrations qui donnent lieu à la production des tumeurs. Nous ne dépasserons pas ici, toutefois, l'étude des phases normales de ce développement, réservant les applications à la pathologie pour le chapitre de la nutrition (voy. aussi page 67).

FIBRES LAMINEUSES, CORPS FIBRO-PLASTIQUES.

D'après M. Ch. Robin, les fibres lamineuses apparaîtraient chez l'embryon humain quand celui-ci a atteint 10 à 12 millimètres. Elles tirent leur origine de noyaux embryoplastiques; rarement un seul noyau sert de centre à la génération d'une seule fibre, généralement il sert de centre à un nombre de fibres qui varient de 2 à 6. D'abord le noyau présente, soit à ses deux extrémités, soit sur trois ou quatre points de sa périphérie, de petits amas de matière organique disposés en pointes, et qui concourent à la formation d'un élément fusiforme ou étoilé, dit corps fibro-plastique. Ces corps augmentent de volume pendant un certain temps, puis leurs prolongements se divisent en un certain nombre de filaments pâles, plus ou moins ondulés, qui représentent les fibres lamineuses. Ces fibres, une fois formées, sont alors réunies par de la matière amorphe en assez grande abondance, qui donne au tissu lamineux une consistance molle, gélatiniforme. Les fibres grandissent de plus en plus, en même temps que se fait

la résorption de la matière amorphe; c'est alors que ce tissu prend de plus en plus la disposition en lames minces, grisâtres, molles, à déchirures filamenteuses, à texture serrée. Quant au noyau qui a servi de centre de génération, il s'atrophie complétement ou incomplétement. Dans ce dernier cas, on peut toujours le retrouver plus ou moins déformé en traitant le tissu lamineux par l'acide acétique, qui dissout ou du moins cache à la vue les fibres lamineuses et laisse le noyau intact.

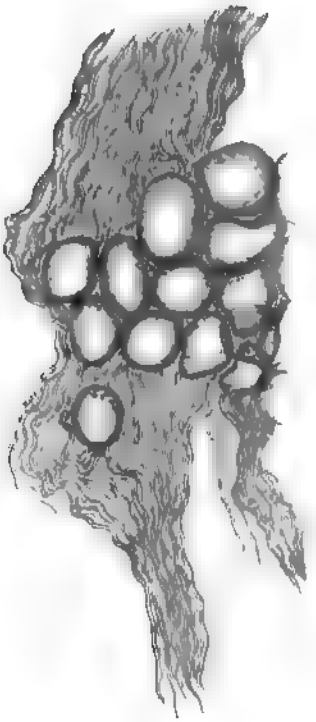


FIG. 61. — Tissu lamineux (*).

Il est à remarquer que tous les noyaux capables de donner lieu à la production de fibres lamineuses, ne servent pas de centre de génération à ces éléments. Un certain nombre demeurent sans modification, et peuvent servir à un moment de la vie à la formation de tissu lamineux nouveau, ou entrer comme éléments dominants ou accessoires dans la constitution de tumeurs. Nous en dirons autant des corps fibro-plastiques simples ou étoilés; ceux-ci même entrent pour une grande part dans la formation de certains tissus, tels que le tissu du cordon ombilical (gélatine de Wharton), la trame de l'ovaire, la trame de la muqueuse de l'utérus, de la cornée.

Qu'on envisage le développement des fibres lamineuses dans le tissu lamineux sous-cutané, dans le tissu fibreux, séreux, muqueux (tissu du cordon), ce développement est partout le même. Les différences de propriétés et d'aspect que ces divers tissus présentent ne tiennent nullement à des différences dans le mode de développement des éléments lamineux constituants, mais bien à l'arrangement réciproque de ces éléments, à la plus ou moins grande abondance de matière amorphe interposée entre eux, enfin à la répartition plus ou moins grande dans leur intérieur des vaisseaux et des nerfs.

Pour Reichert, Virchow, Kölliker, Leydig, le tissu conjonctif n'est qu'une espèce parmi les tissus dits de *substance conjonctive*, les autres espèces étant le tissu élastique, le tissu cartilagineux, le tissu osseux et le tissu dentaire. Cette parenté entre ces divers tissus ne dériverait ni de leur composition chimique, qui n'est pas la même, ni de leur aspect, qui est bien différent, mais bien de leur connexion génésique, connexion en vertu de laquelle *ces tissus, procédant d'une ébauche commune, se développent*

(*) Cette figure est destinée à rappeler l'aspect, sous le champ du microscope, du tissu lamineux et des cellules adipeuses.

en plusieurs séries parallèles, pouvant se confondre les unes dans les autres et concourir à un même but final (Kölliker). Dans toutes ces formes, la substance conjonctive est formée d'une masse homogène au sein de laquelle existent des cellules, ici des cellules plasmatiques, là des cellules de cartilage, en troisième lieu des cellules osseuses, cellules essentiellement différentes entre elles, mais pouvant passer de l'une à l'autre dans certaines conditions d'évolution normale ou pathologique. La substance intercellulaire du tissu conjonctif, en particulier, serait constituée par une substance simplement striée, mais non fibrillaire. Les cellules de ce tissu proviendraient de la métamorphose des cellules embryonnaires, et constitueraient les cellules fusiformes ou étoilées (cellules plasmatiques de Kölliker et de Virchow).

Dans cette opinion, ce que nous appelons fibres lamineuses n'existerait par conséquent pas ; ce serait, ou bien un résultat artificiel produit lors de la préparation (Reichert), ou le résultat d'une illusion d'optique qui nous ferait prendre pour des éléments distincts ce qui n'est autre qu'une striation (Virchow). Kölliker ne croit pas cependant que les fibrilles soient artificielles ou dues à une illusion d'optique ; il fonde sa croyance sur la possibilité d'isoler avec la plus grande facilité les fibrilles des ligaments et les tendons, sur la possibilité de distinguer sur la coupe de faisceaux transversaux les extrémités des fibrilles, enfin sur la possibilité de faire disparaître et reparaître à volonté la striation, quand on traite le tissu conjonctif successivement par l'acide nitrique et l'acide chlorhydrique étendu et concentré. Mais Kölliker ayant renoncé à l'idée de Schwann, qui fait précéder la substance fibrillaire des cellules, admet, comme nous l'avons déjà dit, que les fibres naissent spontanément *par la condensation et la décomposition de la substance fondamentale, en même temps que naissent les cellules plasmatiques* aux dépens des cellules embryonnaires.

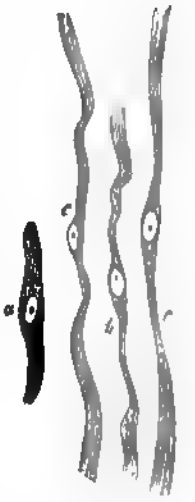


FIG. 62. — Développement des fibres lamineuses (*).

FIBRES ÉLASTIQUES.

Les fibres élastiques se développent, selon M. Ch. Robin, de la même façon que les fibres lamineuses, aux dépens de corps fibro-plastiques ; pour Virchow, elles dériveraient de cellules embryonnaires modifiées ; enfin, selon Kölliker, elles ne procéderaient, de même que le tissu cellulaire, ni de noyaux ni de cellules ; elles résulteraient simplement d'une transformation spéciale que subit la substance fondamentale du tissu con-

(*) *a*, corps fibro-plastique contenant à son centre le noyau embryoplastique ; *b*, *c*, *c*, faisceaux lamineux nés aux dépens de corps fibro-plastiques.

jonctif rudimentaire. Il y a tout lieu de croire cependant, en examinant la figure ci-contre empruntée à Kölliker, que les trois fibres-cellules isolées

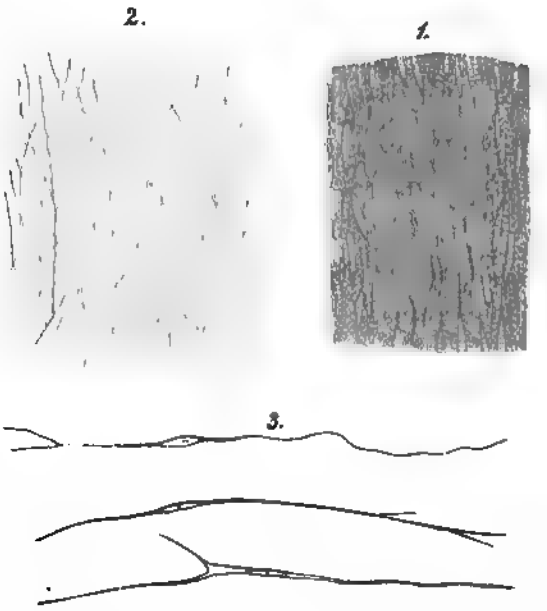


Fig. 63. — Développement du tissu élastique (d'après Kolliker) (*).

et munies de filaments bifurqués (fig. 2), sont des fibres élastiques développées aux dépens des noyaux de la figure 1.

CELLULES ADIPEUSES.

Les cellules adipeuses résultent d'une évolution particulière des cellules fibro-plastiques qui, au lieu de disparaître après avoir concouru à la formation de fibres lamineuses, persistent, et de plus se transforment en cellules à parois distinctes, contenant dans leur intérieur de la graisse, sans cependant que ces cellules cessent d'être en continuité avec les fibres lamineuses auxquelles elles ont donné naissance.

Selon M. Ch. Robin, les corps fibro-plastiques qui doivent se transformer en cellules graisseuses, se chargent de granulations et de gouttelettes huileuses, tout en conservant encore pendant quelque temps une forme de fuseau ou étoilée, tout en restant aussi en continuité de substance avec les fibres lamineuses. Par le fait de la distension de la cellule

(*) Fragment du ligament cervical d'un embryon de veau (grossissement de 300 diamètres). — 1, portion de ce ligament non traitée par les réactifs, montrant la substance fondamentale fibreuse et les cellules de substance conjonctive, dont toutefois on ne voit presque que les noyaux ; 2, portion qu'on a fait bouillir quelques instants dans la potasse caustique, et dans laquelle on voit les réseaux de fibres élastiques très-fines qui existent déjà ; 3, trois fibres-cellules isolées du même ligament.

par les granulations et les gouttelettes, de plus par une petite quantité de liquide séreux, transparent, une paroi distincte du contenu se forme, et le noyau du corps fibro-plastique est refoulé vers cette paroi. Les particules huileuses, d'abord isolées, se réunissent insensiblement entre elles, jusqu'à ce qu'il ne reste plus qu'une seule goutte relativement volumineuse accompagnée d'autres petites; alors le liquide transparent, refoulé insensiblement vers la paroi, a disparu complétement.

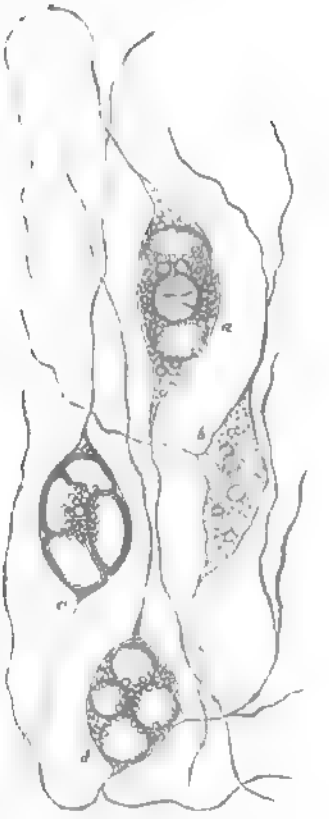


Fig. 64. — Développement des cellules adipeuses aux dépens des corps fibro-plastiques (d'après Ch. Robin).

On commence à apercevoir le tissu adipeux à partir du soixante-cinquième jour de la vie intra-utérine, d'abord au pli de l'aine, au creux de l'aisselle, dans le fond de l'orbite ; il apparaît par petits lobules séparés, arrondis ou ovoïdes, ressemblant à de petits grains de semoule composés de cellules immédiatement juxtaposés. A cette époque, le tissu adipeux a un aspect gélatiniforme, ce qui tient à ce qu'il existe entre les petits groupes de cellules adipeuses une grande quantité de matière amorphe, des faisceaux de tissu cellulaire et des noyaux embryo-plastiques. Chaque lobule, par conséquent, est formé alors par des corps fibro-plastiques adipeux sans interposition d'autres éléments ; un vaisseau capillaire le circonscrit et envoie dans son intérieur quelques ramifications. Peu à peu les lobules se multiplient, en même temps qu'ils augmentent de volume, puis ils s'associent les uns aux autres et forment un tissu qui a perdu son aspect gélatiniforme et a pris une coloration jaunâtre. Chez l'adulte, les corps fibro-plastiques graisseux sont devenus vésiculeux, se sont juxtaposés, séparés seulement çà et là par des fibres lamineuses en continuité de substance avec leurs parois, fibres difficiles à voir et ne constituant qu'une masse insignifiante par rapport à la masse des lobules.

Dans l'opinion de Virchow, de Kölliker, Leydig, etc., les cellules graisseuses proviendraient des cellules embryonnaires.

CELLULES PIGMENTAIRES.

Certaines cellules pigmentaires naissent, elles aussi, aux dépens des corps fibro-plastiques qui, au lieu de se remplir de graisse, comme dans

le cas précédent, se remplissent de granulations noirâtres. Ces sortes de cellules se voient dans la lamina fusca de la choroïde, et chez quelques

Fig. 65. — Cellules du stroma de la choroïde.

sujets, dans la pie-mère du chiasma. La figure 65, empruntée à Kölliker, montre l'aspect de ces cellules.

CARTILAGES.

Pour comprendre le développement des cartilages et de la substance osseuse, il est nécessaire de connaître les variétés du tissu cartilagineux. Sous un point de vue général, ce tissu est caractérisé par une substance homogène, solide, creusée de cavités possédant un contenu liquide ou solide. M. Ch. Robin distingue quatre variétés : la première est formée d'une substance homogène, creusée de cavités larges de 1 à 2 centièmes de millimètre, sans corpuscules ni cellules (ex. cartilage d'ossification des os du crâne du fœtus, et couches d'accroissement des os). La seconde variété consiste en une substance homogène creusée de cavités étroites et allongées, aiguës à leur extrémité, contenant seulement des corpuscules ou amas de granulations (ex. cartilages d'ossification du fœtus autres que ceux du crâne); vers le sixième mois, il en est qui passent peu à peu à la variété suivante. La troisième variété comprend les cartilages vrais; elle est caractérisée par une substance homogène creusée de cavités souvent très-grandes (chondroplastes), contenant une ou plusieurs cellules (de 1 à 20) pressées les unes contre les autres. La quatrième variété, ou fibro-cartilage, se distingue des précédentes, en ce que la substance fondamentale, au lieu d'être homogène, est fibroïde, sans cependant se diviser en fibres isolées. D'après M. Ch. Robin, le cartilage fœtal naît par genèse. Ce phénomène est facile à observer chez l'embryon, autour de la corde dorsale. Là encore les noyaux embryoplastiques servent de centre de développement à l'élément cartilagineux. On voit tout autour d'eux se déposer une substance homogène, la substance fondamentale du cartilage; celle-ci les enveloppe en restant cependant à une petite distance d'eux, circonscrivant ainsi une masse de petites cavités (chondroplastes);

dans lesquelles le noyau est isolé de la paroi de la cavité par de la matière amorphe, qui concourt ultérieurement à la formation de l'enveloppe de la cellule cartilagineuse, tout autour du noyau primitif.

Plus tard, les chondroplastes se multiplient par résorption molécule à molécule de la substance fondamentale, et les noyaux qui précèdent l'apparition des cellules sont formés par le rapprochement de granulations. Dans les cartilages permanents, la multiplication des cellules cartilagineuses se fait par scission, c'est-à-dire par la division en deux autres d'une cellule donnée, à la faveur d'un sillon qui, parti d'un point de la périphérie, s'étend au pôle opposé intéressant à la fois la cellule et le noyau dans toute leur épaisseur.

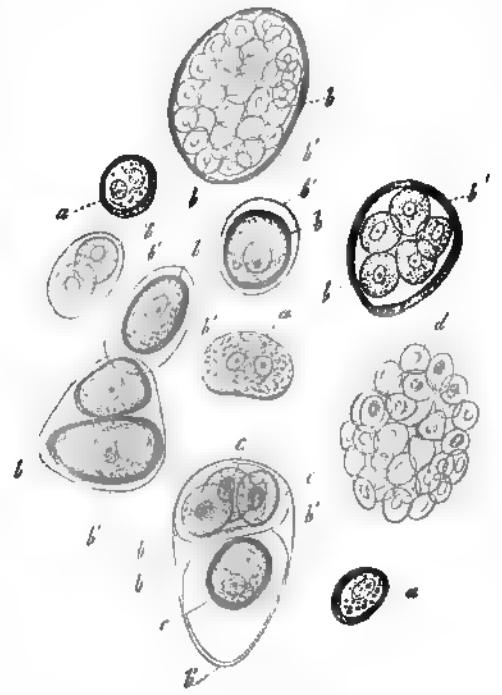


Fig. 66. — Multiplication par scission des cellules du cartilage (*).

Pour Kölliker, les cartilages se développent aux dépens des cellules primordiales de l'embryon. Ces cellules se transformeraient en cellules de cartilages pendant qu'une substance interstitielle, dérivant d'une exsudation des principes constituants du sang, s'interposerait entre elles dans la plupart des régions. Si cette substance reste homogène, il se produit un cartilage hyalin (vrai); si au contraire il se montre dans son sein des fibres de tissu conjonctif ou élastique, il se développe du fibro-cartilage (bourrelet glénoïdien, cartilage cricoïde, etc.), ou du cartilage élastique (épiglotte, cartilage aryténoïde, cartilage de l'oreille, de la trompe d'Eustache). L'accroissement des cartilages se ferait, dans les cartilages permanents comme dans les cartilages d'ossification, *par multiplication endogène des cellules de cartilage existant*, et ensuite *par dépôt incessant de la substance intermédiaire entre ces cellules.*

Comme nous l'avons dit, le tissu cartilagineux fait partie, dans l'idée

(*) Cellules de cartilage d'un cartilage articulaire fibreux, velvetique, des condyles du fémur de l'homme (grossissement de 350 diamètres). Toutes ces cellules sont déposées dans une substance fondamentale fibreuse et faciles à isoler. — *a*, cellules simples, avec ou sans paroi épaisse, renfermant un ou deux noyaux; *b*, cellules-filles, ou cellules de la première génération, avec un ou deux noyaux; *b'*, cellules-mères, contenant une, deux, cinq ou de nombreuses cellules-filles; *c*, cellules de la deuxième génération, au nombre d'une à trois dans les cellules de la première génération; *d*, groupe de cellules-filles devenues libres. (D'après Kolliker.)

des auteurs allemands, des tissus de substance conjonctive. Les cellules cartilagineuses seraient les analogues des corpuscules de tissu conjonctif ou cellules plasmatiques, et le tissu cartilagineux pourrait passer dans certaines conditions à l'état de tissu conjonctif, comme le tissu conjonctif à l'état de tissu cartilagineux.

SUBSTANCE OSSEUSE ET TISSU OSSEUX.

La formation de la substance osseuse a lieu dans deux conditions différentes : 1° La substance des os est précédée d'un tissu cartilagineux ou car-

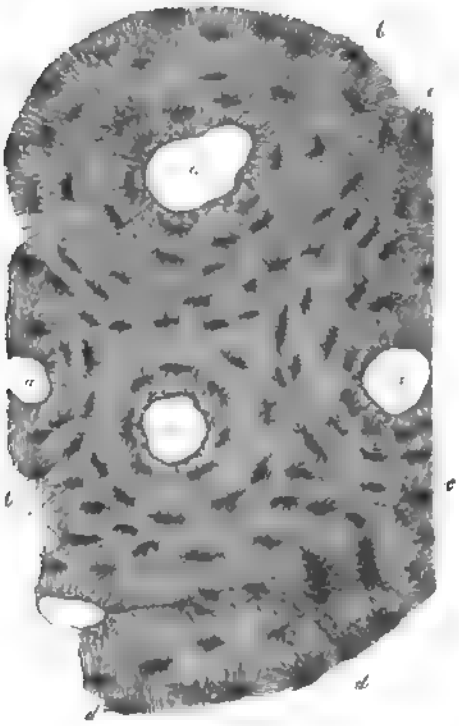


Fig. 67 (*)

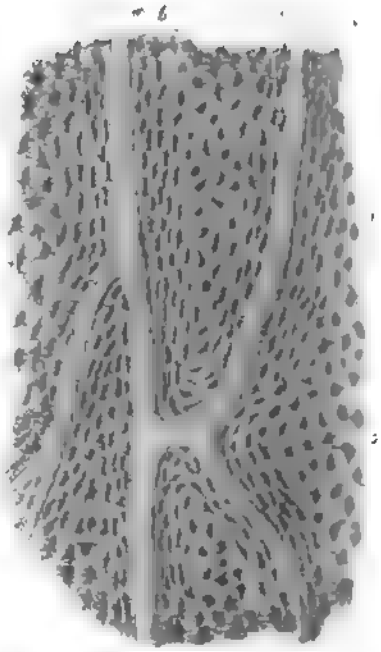


Fig. 68 (**).

Tissu osseux.

tilage proprement dit ; elle se développe dans son épaisseur et se substitue à celui-ci. C'est là ce qu'on appelle la formation osseuse par *substitution*. elle a lieu dans tous les os du tronc et dans ceux de la base du crâne. 2° La

(*) Ces deux figures sont destinées à rappeler la structure du tissu osseux. Portion d'une tranche horizontale de la diaphyse de l'humérus, grossie 350 fois. — *a*, canalicules de Havers ; *b*, cavités osseuses avec leurs canaux (canalicules osseux), dans l'épaisseur des lamelles de la substance osseuse ; *c*, cavités osseuses des lamelles interstitielles, *d*, cavités superficielles des systèmes de Havers, ne montrant de prolongements que d'un seul côté. (D'après Kolliker.)

(**) Tranche superficielle prise sur la diaphyse du fémur de l'homme (grossissement de 500 diamètres). — *a*, canalicules vasculaires, *b*, cavités osseuses vues de profil et appartenant aux lamelles de ces canalicules, *c*, cavités vues de face, appartenant à des lamelles parallèles à la surface de la coupe. (D'après Kolliker.)

substance osseuse se forme par dépôt de sels terreux dans une trame cartilagineuse homogène, au fur et à mesure de la formation de celle-ci. Elle est à peine formée, qu'elle est envahie par les sels terreux, et au fur et à mesure elle envahit elle-même les tissus voisins, d'où agrandissement de l'os. C'est la formation par *envahissement*. Ce mode est propre à la plupart des os de la tête, pariétaux, frontaux, occipital moins les condyles et l'apophyse basilaire, partie écailleuse du temporal, arcade zygomatique, anneau tympanique, petites ailes du sphénoïde, partie mince des grandes ailes, ethmoïde.

FORMATION OSSEUSE PAR SUBSTITUTION. — Quand cette formation commence, le cartilage vrai est tout formé dans la partie où on considère, de telle sorte que là il possède la forme de l'os en miniature. On voit d'abord les chondroplastes, qui, auparavant, étaient des cavités étroites et allongées, et contenaient seulement, pour la plupart, des corpuscules et des amas de granulations; on voit, disons-nous, ces chondroplastes se modifier dans leur forme et leur contenu; ils deviennent ovoïdes ou arrondis, renferment dans leur intérieur des cellules souvent multiples, bien développées. Puis, dans l'espace compris entre chaque chondroplaste, se déposent, sous forme de traînées, des granulations formées par du carbonate de chaux et du phosphate de chaux. Ces granulations constituent bientôt des lamelles contenues entre les chondroplastes, lamelles qui les entourent peu à peu en se rejoignant les unes avec les autres. Ces dépôts ou lamelles augmentant, les chondroplastes sont, à un moment donné, circonscrits de toutes parts par une couche terreuse qui tend à les déformer en les rétrécissant. C'est là l'origine des *ostéoplastes*. Une fois ce rétrécissement effectué, on voit apparaître à la périphérie de la cavité, par le fait d'un travail de résorption, des incisures d'abord simples, puis bifurquées, et qui, dans la suite, se subdivisent et s'anastomosent entre elles. Ces incisures représentent les *canalicules osseux*. Quant aux cellules contenues primitivement dans le chondroplaste, pour M. Ch. Robin, elles s'atrophient peu à peu et disparaissent.

FORMATION OSSEUSE PAR ENVAHISSEMENT. — L'os, dans ce cas, apparaît au sein d'une traîne cartilagineuse qui diffère de la première. On y distingue, comme dans celle-ci, une substance homogène, creusée de cavités, seulement ces cavités sont beaucoup plus petites; de plus, elles sont exclusivement remplies par un liquide ne renfermant aucun élément solide, ni corpuscules, ni granulations, ni cellules. L'ossification se fait encore ici par un dépôt de substance osseuse entre les cavités; chaque cavité de cartilage devient aussi un ostéoplaste; enfin, les canalicules osseux sont aussi le résultat de la résorption partielle de la substance osseuse. Mais la différence capitale entre ces deux modes d'ossification, c'est que, dans celui-ci, le cartilage n'apparaît dans un os donné que comme un point très-limité, et, dans un temps très-court, ce point est envahi par l'ossification, pendant que du nouveau cartilage se développe tout autour de ce point, ce cartilage devant être envahi lui-même presque aussitôt sa

formation, et ainsi de suite, jusqu'à ce que l'ossification ait gagné toute l'étendue et toute l'épaisseur de ce qui doit être un os.

FORMATION DU TISSU OSSEUX. — Le tissu osseux dans les os longs se montre d'abord au centre de la diaphyse; ce n'est que plus tard qu'il apparaît dans les épiphyses. Ce tissu n'existe, à proprement parler, que quand les vaisseaux commencent à naître au sein de la substance osseuse. Pendant une ou deux semaines, celle-ci en demeure dépourvue, de même que le cartilage non ossifié; on ne les aperçoit que quand l'ossification arrive au contact de l'enveloppe fibreuse du cartilage ou *périchondre*, laquelle a précédé l'os. Dès que les vaisseaux doivent survenir, la substance osseuse se résorbe sur place de manière à constituer des canaux qui sont les *conduits de Havers*, ou *canalicules médullaires*. C'est dans l'intérieur de ces conduits que naissent les vaisseaux. D'abord limités à la substance osseuse, les conduits et les vaisseaux pénètrent, vers le milieu de la vie intra-utérine, dans le cartilage, en se dirigeant vers les extrémités de l'os, ce qui tient à ce qu'ils se forment plus vite que le dépôt calcaire ne s'avance vers les extrémités.

Ces canalicules intra-cartilagineux, dits *canalicules de cartilage*, se forment certainement par résorption de la substance fondamentale de celui-ci, comme se sont formés les canalicules médullaires; ils se ramifient et s'anastomosent entre eux comme ces derniers; enfin, vers la partie qui, par sa persistance à l'état de cartilage, constituera le cartilage d'encroûtement, ils se terminent en culs-de-sac renflés. Entre les vaisseaux contenus dans l'intérieur des canalicules et les parois de ceux-ci, naissent des *cellules médullaires* ou *médullocelles*, des *noyaux médullaires*, quelquefois des vésicules graisseuses. C'est l'ensemble de ces élémcnts qui constitue ce qu'on appelle la *moelle de cartilage*. Au fur et à mesure que l'ossification se fait dans l'intérieur du cartilage, elle progresse entre ces parties préexistantes; mais il se produit encore des canalicules médullaires par résorption de la substance osseuse, ainsi que des vaisseaux de formation nouvelle.

Dans les os de la voûte du crâne et de la face, jamais la trame cartilagineuse n'est vasculaire, à proprement parler, comme dans le cartilage dont nous venons de parler. Quand le point osseux par lequel débute la formation de l'os est apparu, le cartilage envahit par traînées les parties voisines; ces traînées circonscrivent des espaces remplis par du tissu cellulaire et des vaisseaux. Elles se transforment ensuite en rayons, en lamelles osseuses qui circonscrivent les mêmes espaces et le même contenu, de sorte que, dès l'apparition de la substance osseuse, le tissu osseux est tout formé. A mesure que le développement de l'os fait des progrès, les espaces dont nous venons de parler se rétrécissent, le tissu cellulaire est résorbé et disparaît peu à peu; alors, au lieu de se montrer sous forme de plaques réticulées, percées à jour comme au début de l'ossification, l'os se présente sous forme de lames plus ou moins épaisses, parcourues par des canaux contenant des vaisseaux (canalicules médullaires),

canaux qui sont les restes des anciens espaces circonscrits par les lamelles osseuses.

FORMATION DU TISSU SPONGIEUX ET DU TISSU COMPACTE. — Dès que les vaisseaux se sont montrés dans la substance de l'os, celle-ci, dans sa partie centrale, devient le siége d'une résorption active, en vertu de laquelle les cavités et les canaux qu'elle renferme se creusent et s'agrandissent. Ces cavités sont l'origine des cavités du tissu spongieux; au fur et à mesure qu'elles se forment, elles se remplissent des éléments de la moelle, c'est-à-dire de cellules et de noyaux médullaires, de plaques à noyaux multiples, de granulations moléculaires, de matière amorphe. On ne connaît pas encore la manière dont ces éléments naissent, ni les phases par lesquelles ils passent. Les vésicules graisseuses n'apparaissent que tardivement, à l'époque de l'âge adulte.

Tandis que ces phénomènes se réalisent dans la partie centrale de l'os, il se fait à la périphérie un travail en sens inverse. Là de nouvelles couches osseuses se forment et constituent le tissu compacte; elles se forment par envahissement, c'est-à-dire de la même manière que se forment les os de la voûte du crâne. C'est à la production du tissu compacte qu'est dû, dans les os longs, l'accroissement de l'os en largeur. Quant à l'accroissement de l'os en longueur, il se fait aux dépens du cartilage qui existe entre la diaphyse et l'épiphyse, et ne cesse que quand les épiphyses se sont soudées au corps de l'os, c'est-à-dire vers l'âge de vingt et un ans environ.

Nous n'examinerons pas les nombreux points de divergence qui existent entre cette manière de comprendre le développement du tissu osseux, professée en France par M. Ch. Robin, et celle qui est professée en Allemagne. Qu'il nous suffise de rappeler l'idée générale qui domine dans les travaux de nos voisins sur ce sujet. Pour Kölliker, Virchow, Leydig, Donders, etc., le tissu osseux fait partie de la substance dite conjonctive. On y trouve, comme dans le tissu conjonctif, une substance fondamentale, seulement ici la substance fondamentale est envahie par des sels calcaires; on y trouve, de plus, des cellules qui sont les analogues des corpuscules du tissu conjonctif : les ostéoplastes, qui naissent au sein du cartilage, ne sont point des cavités, mais bien des cellules résultant de la métamorphose de cellules de cartilage en cellules osseuses étoilées, analogues aux cellules plasmatiques du tissu conjonctif, la métamorphose se faisant quand l'ossification envahit la paroi du chondroplaste.

Pour ce qui concerne le développement des os secondaires du crâne et des parties périphériques des os des membres, selon ces auteurs, ce développement ne se ferait pas au sein d'un cartilage, mais aux dépens d'un tissu conjonctif incomplétement développé. Dans ce tissu conjonctif, qui serait fibrillaire, existeraient des cellules embryonnaires; ces cellules se transformeraient, quand la substance fondamentale s'ossifierait, en cellules osseuses étoilées, de la même façon que se sont transformées, dans le centre des os du tronc, les cellules cartilagineuses. Par conséquent, entre les cellules de cartilage, les cellules osseuses étoilées, les corpuscules de tissu

conjonctif, il y aurait une connexion des plus intimes, puisqu'ils peuvent se transformer les uns dans les autres. Mais de nombreuses raisons militent contre cette théorie. Il est probable d'abord que ce qu'on a pris pour la cellule osseuse obtenue en traitant l'os par l'acide chlorhydrique était le pourtour du chondroplaste, dont la substance fondamentale avait résisté à l'action de l'acide. D'autre part, jamais dans l'os en voie de développement on ne trouve d'éléments cellulaires semblables à des cellules embryonnaires, et qui seraient rangés dans un ordre aussi régulier que celui que présentent les ostéoplastes en train de se développer. De plus, les ostéoplastes ne peuvent représenter des cellules analogues aux corps fibro-plastiques étoilés; la manière dont ces prolongements se produisent (par résorption partielle de l'os) ne se concilie pas avec l'idée de ramifications qui auraient pour point de départ la cellule osseuse. En outre, la grandeur des prolongements des cellules fibro-plastiques du tissu conjonctif n'est nullement comparable avec la longueur des canalicules qui partent des ostéoplastes. Enfin on se demande comment on peut placer, dans une même famille, des tissus dont la constitution chimique est si différente, l'un fournissant à la coction de la gélatine, l'autre de la chondrine, l'autre de l'osséine.

FIBRES MUSCULAIRES.

1° Fibres striées. — Les éléments musculaires striés naissent d'abord sur les côtés de la colonne vertébrale, puis successivement dans l'épaisseur des parois du thorax, de l'abdomen, au cou, enfin aux membres. Selon M. Ch. Robin, le premier élément du muscle qui apparaît est le sarcolemme, c'est-à-dire l'enveloppe du faisceau primitif. Cet élément tire son origine de noyaux qui diffèrent sous certains rapports des noyaux embryoplastiques ordinaires; ils sont notamment plus allongés, moins obscurs. Aux deux extrémités de ces noyaux s'ajoute une petite quantité de substance pâle et homogène, qui donne lieu à la production de corps allongés et renflés à leur milieu. Ces corps se soudent bout à bout et produisent alors des bandelettes munies de noyaux d'espace en espace; celles-ci, d'abord pâles, deviennent de plus en plus obscures, en même temps qu'on aperçoit dans leur intérieur une substance grisâtre, striée en long et marquée de petits points foncés, placés transversalement. Ce sont là les rudiments des premières fibres musculaires. Pendant que ces phénomènes se sont produits, le noyau embryonnaire primitif a été refoulé à la périphérie de la bandelette, qui alors s'est constituée en paroi distincte. Bientôt l'augmentation d'épaisseur du faisceau devient très-rapide, la striation longitudinale et surtout la transversale deviennent plus nettes; puis, à un moment donné, apparaît dans le centre de la bandelette, de la matière amorphe, bientôt suivie de noyaux ovoïdes, qui repoussent les fibrilles vers la périphérie. Cette matière amorphe sert dès lors de blastème à la génération de nouvelles fibrilles, et le faisceau musculaire, en peu de

temps, est complétement constitué, toute l'épaisseur du faisceau occupant le tube sarcolemmique. Quant aux noyaux contenus dans la matière amorphe, ils ne servent pas de centre de génération aux fibrilles musculaires, ils persistent en partie, et se retrouvent en certain nombre chez l'adulte, disséminés entre les fibres primitives. A cette époque, on retrouve aussi

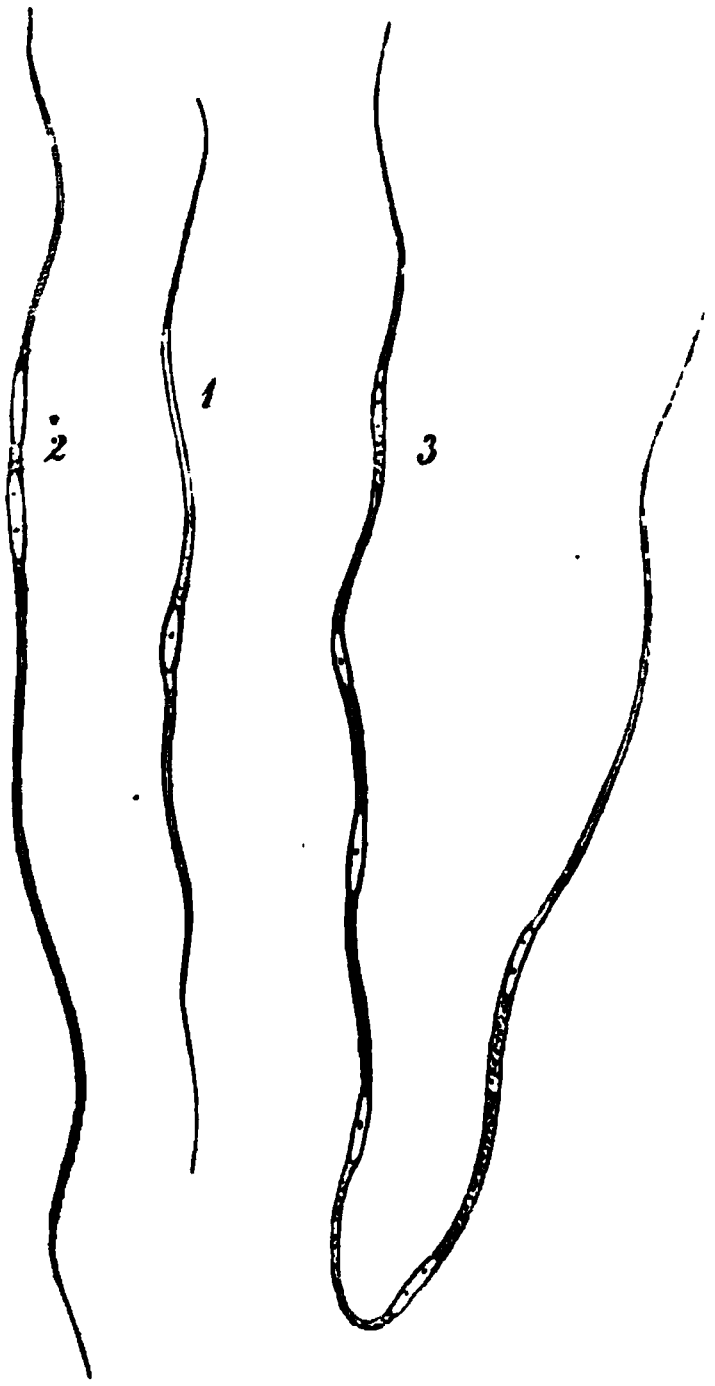


Fig. 69 (*).

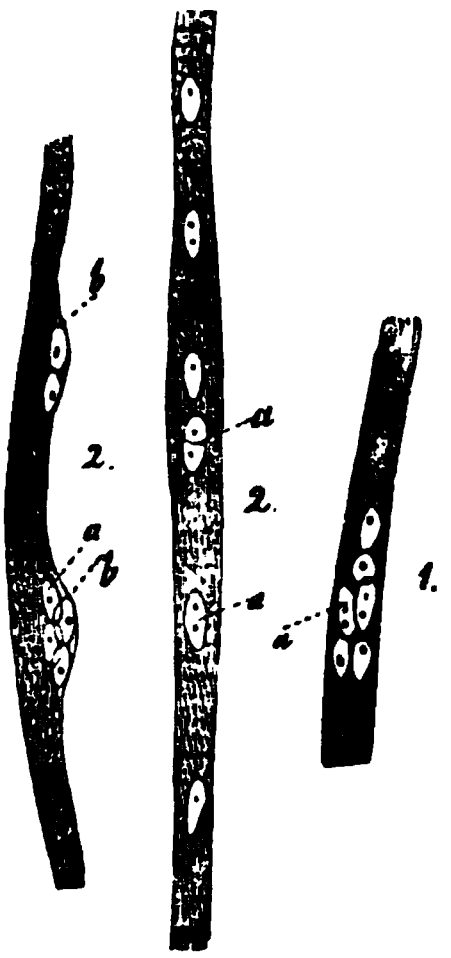


Fig. 70 (**).

Développement de la fibre musculaire, d'après Kolliker.

facilement les noyaux du sarcolemme, c'est-à-dire ceux qui ont servi de centre de génération à ce tube; ils sont même proportionnellement plus considérables chez l'adulte que chez le fœtus, ce qui indiquerait qu'ils ont continué à croître.

La description que donné Kölliker du développement des fibres striées est à peu de chose près la même que celle de M. Ch. Robin, si l'on substitue toutefois au corps fusiforme primitif, né du noyau primitif, la cellule embryonnaire modifiée. Le sarcolemme est la membrane énormément agrandie de la cellule musculaire embryonnaire; les fibrilles musculaires résultent de la transformation du contenu de la cellule, les

(*) Fibres musculaires d'un embryon humain de deux mois. — 1, 2, du pied, avec un et deux noyaux; 3, de la jambe, avec six noyaux. — Grossissement de 350 diamètres.

(**) Fibres primitives d'un embryon humain de quatre mois (grossissement de 350 diamètres). — 1, faisceau contenant une substance transparente non encore fibreuse; 2, faisceau présentant un commencement de stries transversales; *a*, noyaux; *b*, sarcolemme.

noyaux sont la progéniture des premiers noyaux des cellules embryonnaires. Toutefois Kölliker n'admet pas que de nouveaux noyaux naissent par genèse au sein de la matière amorphe contenue à un certain moment dans le centre de la cellule. On voit facilement que les figures 69 et 70, empruntées à Kölliker, peuvent servir aussi bien à l'une qu'à l'autre des descriptions que nous venons de reproduire.

Le mode de génération des faisceaux striés du cœur diffère de celui des faisceaux striés de la vie animale. Le sarcolemme, au lieu de naître en premier lieu, naît en dernier. D'abord apparaît une fibre fusiforme, par addition de substance organique aux deux bouts de noyaux embryoplastiques. Dès son apparition, cette fibre est un peu striée en long, puis à ces stries s'ajoutent des points noirâtres placés sur une même ligne transversale qui donnent lieu à la striation transversale. Ces éléments prennent de plus en plus de développement, se soudent aux voisins, puis se bifurquent et s'anastomosent, et ce n'est que quand se sont produites ces subdivisions et ces anastomoses des faisceaux, que naît le sarcolemme toujours mince, pâle, et n'offrant que des noyaux rares et épars.

2° Fibres lisses. — Les fibres musculaires lisses naissent aussi des noyaux embryoplastiques, par addition à leurs deux pôles d'amas de molécules organiques (Ch. Robin). Dans l'opinion de Kölliker, elles sont un résultat de la métamorphose des cellules embryonnaires.

TUBES NERVEUX ET CELLULES NERVEUSES.

Les tubes nerveux, comme tous les éléments anatomiques, ont pour point de départ les noyaux embryoplastiques. Ceux-ci, pour les former, deviennent d'abord cellules fusiformes par addition de substance à leurs deux pôles. Ces cellules s'ajoutent bout à bout et se transforment ainsi en un filament aplati, pâle, grisâtre, granuleux, muni sur son trajet de noyaux. C'est à ce filament qu'on donne le nom de *fibres de Remak*. Selon Kölliker, cette fibre, au lieu de résulter d'une modification portant sur le noyau embryoplastique, résulterait d'une modification de la cellule embryonnaire.

Jusque vers le cinquième mois de la vie intra-utérine, les cordons nerveux périphériques sont presque exclusivement composés par des fibres de Remak et du tissu conjonctif. A cette époque, cette fibre perd ses noyaux et se creuse d'une cavité au centre de laquelle se développe le *cylindre de l'axe*, cordon central qui constitue la partie la plus importante du nerf au point de vue physiologique. Ce n'est qu'en dernier lieu qu'il se développe, entre le cylindre de l'axe et le tube propre, la *substance médullaire*.

Le *périnèvre* naît après que les tubes nerveux sont complétement formés ; il entoure de bonne heure les faisceaux primitifs.

Les fibres de Remak, qui, pour les nerfs périphériques, sont des éléments de transition conduisant à la formation du tube nerveux, persis-

tent comme éléments définitifs dans les nerfs du grand sympathique; elles constituent là la plus grande partie des filaments gris de ce système; on en trouve aussi, mais en très-petite quantité, dans les filaments blancs.

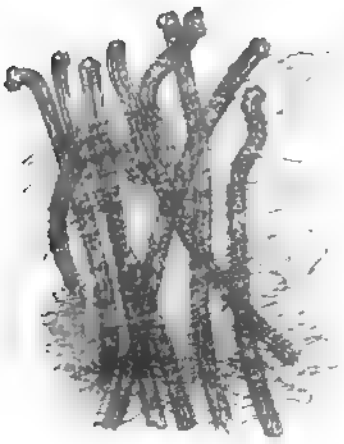


Fig. 71. — Tubes nerveux (*).

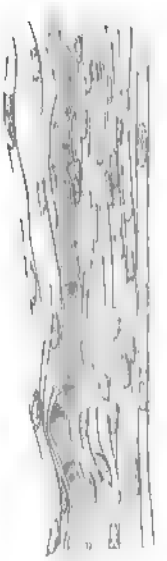


Fig. 72. — Fibres de Remak (**).

Quant aux cellules nerveuses, elles résultent, pour M. Ch. Robin, d'un dépôt de substance organique tout autour de noyaux embryoplastiques; pour Kölliker, elles seraient le résultat d'une modification de cellules primordiales embryonnaires.

VAISSEAUX CAPILLAIRES.

La question du développement des vaisseaux capillaires est encore entourée de la plus grande obscurité. Parmi les nombreuses opinions émises à ce sujet, il en est une qui, tout d'abord, doit être rejetée, c'est celle qui veut que le sang, poussé par la force impulsive du cœur, se fraye, à travers le tissu mou de l'embryon, des carrières qui n'acquièrent que plus tard leurs parois vasculaires. Cette opinion, qui eut surtout pour défenseur Reichert, n'a plus aujourd'hui sa raison d'être, car il est bien certain que les vaisseaux capillaires naissent sur place dans tous les tissus de l'embryon et aux dépens d'éléments préexistants. Pour M. Ch. Robin, les capil-

*) Cette figure, empruntée à Follin, est destinée à rappeler la structure des tubes nerveux périphériques; on voit au centre de chaque tube le cylindre d'axe; à l'extrémité des tubes s'écoule la substance médullaire. Les fins filaments disséminés au milieu des tubes sont des fibres lamineuses.

(**) Fibres de Remak (grossissement de 300 diamètres). — Au milieu d'elles est un tube nerveux. (D'après Ch. Robin.)

laires seraient d'abord des filaments pleins qui se creuseraient consécutivement ; ces filaments dériveraient de noyaux embryoplastiques, aux extrémités desquels se seraient déposés de petits amas de matière organique; ces éléments ainsi constitués, s'unissant les uns aux autres, constitueraient les réseaux.. D'après Remak, les vaisseaux capillaires proviendraient de masses cylindriques de cellules, les cellules superficielles formeraient les parois des vaisseaux, les plus centrales se métamorphoseraient en sang. Kölliker, à l'exemple de Schwann, considère les capillaires comme résultant de la fusion de cellules embryonnaires; leur contenu se résorberait, et les noyaux s'appliqueraient contre la membrane de cellule devenue la membrane du vaisseau; sur les parois de ces vaisseaux naîtraient des prolongements délicats terminés en pointe, appartenant à des cellules étoilées disséminées dans les tissus voisins. En même temps d'autres prolongements de ces mêmes cellules s'uniraient entre eux, de sorte que bientôt un réseau de cellules étoilées se trouverait en continuité avec le capillaire ou les capillaires déjà existants.

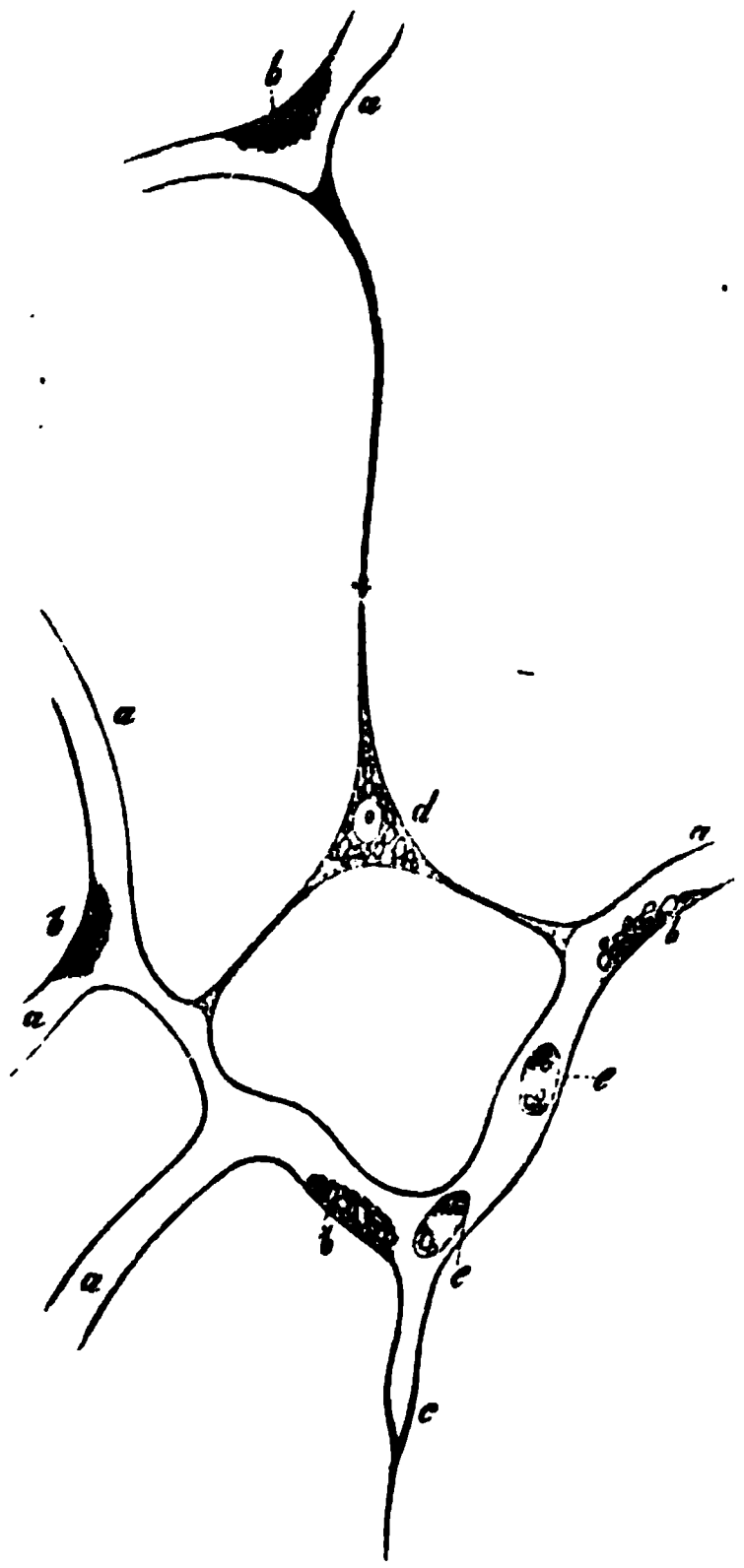


Fig. 73. — Capillaires de la queue d'un têtard, d'après Kolliker (*).

Les artères et les veines commencent à naître à l'état de capillaires; quand ils augmentent de calibre, il se forme à leur surface les divers éléments qui entrent dans la constitution de leur tissu, c'est-à-dire les fibres musculaires, élastiques, lamineuses.

ÉPITHÉLIUM.

A l'origine de l'embryon, les cellules épithéliales sont représentées par des cellules blastodermiques appartenant, les unes au feuillet externe (lame épidermique de ce feuillet), les autres au feuillet interne (feuillet intestino-glandulaire), mais toutes ces cellules n'ont qu'une existence tem-

(*) *a*, capillaires développés ; *b*, noyau et restes du contenu des cellules formatrices primitives ; *c*, prolongements d'un vaisseau terminés en cul-de-sac ; *d*, cellule formatrice étoilée, reliée par trois prolongements avec autant de prolongements de capillaires déjà creux ; *e*, corpuscules sanguins renfermant encore quelques granulations. — Grossissement de 350 diamètres.

poraire. Quand le derme est apparu, elles sont remplacées par d'autres sur l'origine desquelles les auteurs français et allemands ne sont pas non plus d'accord.

D'après M. Ch. Robin, c'est toujours par l'apparition de noyaux placés à la face profonde des membranes épithéliales qu'est annoncée la génération prochaine des cellules qui entrent dans la constitution de ces membranes. Ces noyaux en général sphériques, quelquefois ovoïdes, grandissent peu à peu, en même temps qu'une substance homogène les écarte les uns des autres. Une fois les noyaux arrivés à un certain degré d'écartement, la matière amorphe se segmente tout autour d'eux et s'individualise ainsi en cellules contenant un ou deux noyaux dans leur milieu. Cette segmentation se fait de la façon suivante : Des sillons se produisent avec l'aspect de lignes fines un peu foncées, placées dans le milieu de l'intervalle qui sépare deux noyaux, à égale distance à peu près de l'un et de l'autre ; ils rencontrent sous des angles nets et plus ou moins obtus ou aigus les sillons semblables, qui se trouvent entre le noyau qu'on a examiné et les noyaux qui l'avoisinent. Ces sillons limitent ainsi des masses ou corps de cellules d'une régularité parfaite, polyédriques, aplatis à cinq ou six côtés, ayant pour centre un noyau. C'est ainsi que s'individualisent toutes les cellules épithéliales, quelles qu'elles soient, cellules de l'épiderme, des glandes, des muqueuses, des séreuses, ces cellules pouvant devenir, par les phases ultérieures de leur développement, lamelleuses, sphériques ou prismatiques, et sans que jamais, quand plus tard il s'y forme une cavité, la présence de celle-ci y soit primitive.

Selon Kölliker, Remak et Virchow, les cellules épithéliales, après l'apparition du derme, seraient toujours une succession des cellules blastodermiques. Celles-ci, au début de la période embryonnaire, se multiplieraient, par voie de scission, dans la couche profonde des membranes épithéliales ; cette scission persistant pendant toute la vie, la cellule naîtrait par conséquent encore ici de la cellule. Cette opinion a certainement contre elle l'apparition des cellules épidermiques à la surface des cicatrices. On se demande, dans cette circonstance, de quelles cellules elles dériveraient ; le blastème exhalé par la surface du nouveau derme doit nécessairement fournir les éléments d'une genèse spontanée.

GLOBULES DU SANG.

1° Globules rouges. — D'après M. Ch. Robin, les globules rouges, chez l'embryon, naissent spontanément, par genèse, d'abord dans les vaisseaux de l'aire vasculaire. De là ils se répandent graduellement dans l'appareil de la première circulation, quand le cœur expulse son contenu primitivement incolore et ne possédant encore aucun globule. Chez l'embryon dont les organes sont devenus vasculaires, et chez l'adulte, les hématies naissent de la même façon, dans les capillaires de tous les organes, au sein du plasma qu'ils charrient. Les leucocytes, selon M. Ch. Robin, ne pren-

draient aucune part à leur formation, de plus il n'existerait pas d'organes spéciaux destinés à les fabriquer.

Pour Kölliker, les premiers globules du sang ne différeraient en rien des cellules formatrices des autres parties de l'embryon. Ils dériveraient des cellules embryonnaires contenues primitivement dans le centre du cœur et des gros vaisseaux, alors qu'ils sont à l'état de cordons pleins. Peu à peu ces cellules, au début granuleuses et incolores, perdent leurs granulations et se remplissent d'hématine. Bientôt un grand nombre commencent à se multiplier par scission. Pour cela, on les voit d'abord grossir, revêtir une forme elliptique, et même s'aplatir en partie, se charger de trois ou quatre noyaux arrondis; puis il se produit à leur surface un ou plusieurs étranglements circulaires qui deviennent de plus en plus profonds, et finissent par diviser les cellules en deux, trois ou quatre autres, possédant chacune un noyau. Quand le foie apparaît, ce genre de multiplication cesserait dans toute la masse sanguine, le foie deviendrait alors l'organe où les globules sanguins se formeraient; là ils naîtraient spontanément au sein du plasma contenu dans ses vaisseaux. Kölliker n'est pas éloigné de croire qu'après la naissance, les globules rouges du sang proviendraient des leucocytes; pour les former, les noyaux de ceux-ci s'aplatiraient et se chargeraient d'hématine. C'est là une opinion soutenue aussi par Lehmann, Funke, Gerlach, opinion qui, comme nous le verrons à propos de la physiologie des glandes vasculaires sanguines, mérite considération.

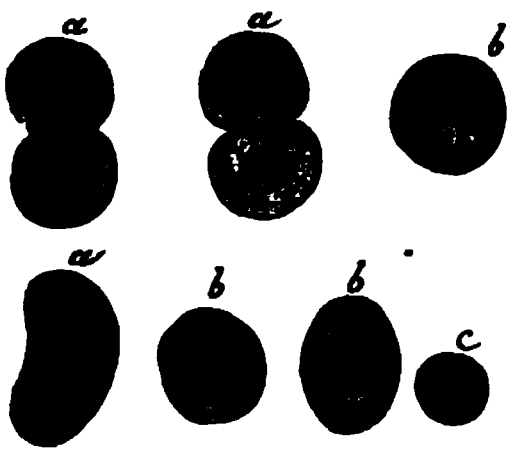


FIG. 74. — Multiplication des globules sanguins dans la période embryonnaire (*).

2° GLOBULES BLANCS (LEUCOCYTES). — Les leucocytes naissent par genèse dans toute l'étendue de l'arbre circulatoire, mais surtout dans les glandes vasculaires sanguines, et en particulier dans la rate, dans les glandes lymphatiques et les vaisseaux lymphatiques. Quelques auteurs ont pensé que les glandes vasculaires sanguines et les ganglions lymphatiques possédaient seules un plasma capable de donner naissance aux globules blancs. C'est là une exagération : car, d'une part, on trouve des leucocytes dans le sang de l'embryon, alors qu'il n'existe pas encore de glandes vasculaires ou lymphatiques; d'autre part, on rencontre des leucocytes dans la lymphe des vaisseaux lymphatiques de la périphérie du corps, dans la lymphe par conséquent qui n'a pas encore traversé les ganglions. Le système circulatoire n'est pas, du reste, la seule partie de l'économie dans laquelle naissent les globules blancs. Ainsi que M. Ch. Robin l'a fait voir, ces éléments existent normalement dans le corps vitré, à la surface de toutes les membranes muqueuses et cutanées, de toutes les séreuses, dans les conduits

(*) Corpuscules sanguins d'un embryon de mouton, de 7 millimètres de longueur. — *a*, gros globules sanguins colorés, à deux ou trois noyaux, en voie de scission et à différentes périodes; *b*, grosse cellule rouge et sphérique, dont le noyau commence à se diviser; *c*, cellule plus petite. — Grossissement de 300 diamètres. (D'après Kolliker.)

excréteurs des diverses glandes, etc. Ils apparaissent encore dans un grand nombre de circonstances morbides, comme par exemple dans toutes les cavités accidentelles, telles que les kystes, et dans l'épaisseur des tissus mous, surtout vasculaires; mais il en naît aussi dans ceux qui ne le sont pas, tels que ceux de la cornée, sans qu'elle soit devenue vasculaire, les culs-de-sac glandulaires, tels que ceux de la mamelle, etc. Enfin les globules blancs trouveraient dans le plasma de l'inflammation la condition la plus favorable à leur développement. Les leucocytes nés dans cette condition ont reçu le nom de *globules de pus*.

Index bibliographique (Développement des éléments anatomiques). — KÖLLIKER, *Éléments d'histologie humaine*, traduction française, 1re et 2e édition. — IDEM, *Ueber die Entwickelung der sogenannten Kernfasern, der elastichen Fasern und des Bindegewebes*, in *Verhandl. d. phys. med. Ges. in Würzb.*, t. III. — VIRCHOW, *Pathologie cellulaire basée sur l'étude physiologique et pathologique des tissus*, trad. par Picard, 1861. — IDEM, *Die Identität von Knochen, Knorpel- und Bindegewebs Körperchen, sowie über Schleimgewebe*, dans *Verhandlungen der physic. medicin. Gesells. in Würzburg*, 1851, t. II. — *Pathologie des tumeurs*, trad. franç. par Aronssohn, année 1867. — CH. ROBIN, *Mémoire sur les divers modes de la naissance de la substance organisée en général, et des éléments anatomiques en particulier* (*Journal de l'anatomie et de la physiologie normales et pathologiques de l'homme et des animaux*, année 1864). — IDEM, *Anatomie microscopique des éléments anatomiques* (*Bibliothèque des sciences naturelles*, 1868). — Article ADIPEUX du *Dictionnaire encyclopédique des sciences médicales*, t. II, 1re partie. — Article LAMINEUX du *Dictionnaire encyclopédique*. — IDEM, *Développement du cartilage*, leçon de M. Ch. Robin en 1859, extrait de l'ouvrage de M. G. Pouchet (*Précis d'histologie humaine*, Paris, 1864). — *Observations sur le développement de la substance du tissu des os* (*Mémoires de la Société de biologie*, année 1850). — Article OSTÉOGÉNIE du *Dictionnaire de Nysten*. — *Mémoire sur la naissance et le développement des éléments musculaires de la vie animale et du cœur* (lu à la Société de biologie, année 1854). — *Sur quelques points de l'anatomie et de la physiologie des leucocytes, ou globules blancs du sang* (*Journ. de la physiologie de l'homme et des animaux* de Brown-Séquard, t. II). — *Note sur quelques points de l'anatomie et de la physiologie des globules rouges du sang* (*Journal de physiologie de l'homme et des animaux* de Brown-Sequard, t. I). — BROCA, *Traité des tumeurs*. Paris, 1866. — C. B. REICHERT, *Vergleichende Beobachtungen über das Bindegewebe und die verwandten Gebilde*. 1845. — LEYDIG, *Traité d'histologie de l'homme et des animaux*, trad. par Lahillonne, année 1866. — DONDERS, dans *Nederl. Lancet*, 1851, juillet et août, et dans *Zeitschr. für wissenschaftl. Zoologie*, t. III. — SCHWANN, *Mikroskopische Untersuchungen*, 1838. — IDEM, *Vorlœufige Mittheilungen*, in *Froriep's neue Notizen*, 1838. — R. REMAK, *Histiologische Bemerkungen über die Blutgefäss-wände*, in *Müller's Arch.*, 1850.

DÉVELOPPEMENT DES ORGANES DU FŒTUS.

Nous avons étudié dans les chapitres précédents le développement de l'œuf jusqu'à la première apparition de l'embryon, ainsi que les changements que les enveloppes de l'œuf subissent plus tard; nous avons examiné ensuite comment naissent les éléments anatomiques qui, par leur union entre eux, constituent les tissus; il nous reste à étudier le développement des organes de l'embryon et du fœtus.

Nous savons qu'à l'instant où la tache embryonnaire apparaît, le blastoderme, représenté d'abord par un feuillet unique sphéroïdal, se divise à partir d'un point de cette tache en deux feuillets, l'un externe, dit sen-

...mal), l'autre interne, dit intestino-glandulaire (muqueux. ... second feuillet se divise lui-même en deux autres, de ma... naissance à un troisième feuillet intermédiaire appelé ... ...eu ou germinatif (feuillet vasculaire). Ce dernier, toutefois, ... précédents en ce qu'il ne dépasse pas la limite de la tache em... ...aire, au début du moins, tandis que les deux autres occupent pri... ...ement toute l'étendue de la sphère blastodermique. Ces divers feuil... ...ts, à l'origine, résument, avec la membrane vitelline et le liquide contenu dans l'espace sphérique qu'ils limitent, l'œuf tout entier; c'est nécessairement à leurs dépens que se constitueront toutes les parties de celui-ci. Avant d'étudier isolément le développement de chaque organe, nous croyons utile de chercher à faire connaître la part respective que prennent ces divers feuillets dans le développement général de l'embryon, et rappeler aussi la part qu'ils prennent dans le développement des diverses membranes de l'œuf.

Il ne faudrait pas croire cependant que tous les organes qui surgissent pendant les progrès du développement puissent et doivent être rattachés d'une façon immédiate à tel ou tel feuillet. Ainsi, il est encore, dans l'état actuel de nos connaissances, impossible de préciser aux dépens de quel feuillet se développe la plus grande partie de l'appareil génito-urinaire, et l'on tomberait dans une grande erreur si l'on admettait avec certains auteurs que tout le système nerveux, que tout l'appareil circulatoire dérivent, le premier du feuillet animal, le second d'un feuillet dit vasculaire. Les nerfs, les vaisseaux périphériques qui, à une certaine période du développement, traversent tous les organes de l'embryon et du fœtus, se développent indistinctement dans l'une ou l'autre couche blastodermique, aux dépens d'un blastème propre à chacune d'elles, et sans qu'ils se rattachent en rien aux productions similaires des feuillets voisins.

Feuillet externe. — Le feuillet externe concourt, mais pour une part seulement, à la production de la tache embryonnaire; celle-ci est due à une multiplication plus considérable des cellules en un point du blastoderme, multiplication qui porte davantage sur les cellules du feuillet moyen que sur celles du feuillet externe, le feuillet interne ne participant point à la formation de cette tache. Dès que la gouttière primitive apparaît, le feuillet externe de la tache peut être distingué en deux parties, l'une centrale, représentée par la gouttière et ses crêtes (lames médullaires), l'autre périphérique, représentée par toute la partie du feuillet située à droite et à gauche de ses crêtes (lames épidermiques). La gouttière primitive deviendra plus tard le canal central de l'axe cérébro-spinal. Les *lames médullaires* donneront naissance à cet axe, aux méninges, au nerf optique et à la rétine ou bulbe olfactif, les *lames épidermiques* au premier épiderme de tout le corps de l'embryon. Nous avons vu que, dans la portion extra-embryonnaire de l'œuf, le feuillet externe concourait à la formation du feuillet épithélial de l'amnios et à la formation du chorion.

FEUILLET INTERNE. — Ce feuillet sert à constituer la tunique épithéliale de l'intestin et des glandes qui lui sont annexées, de plus l'arbre aérien, la couche épithéliale de la vessie et des reins. Dans la partie extra-embryonnaire, il constitue la tunique épithéliale de la vésicule ombilicale et de l'allantoïde.

FEUILLET MOYEN. — Le feuillet moyen donne naissance à toutes les parties de l'embryon à la formation desquelles les autres feuillets n'ont pas pris part, c'est-à-dire à la masse la plus considérable des organes. Les premières parties qui apparaissent dans cette tache sont, en allant de la partie médiane à la périphérie : 1° la *corde dorsale ;* 2° deux amas de blastème appelés *lames vertébrales;* 3° deux autres amas appelés *lames latérales.*

1° La corde dorsale ne prend part à la formation d'aucun organe permanent, à l'exception, cependant, du contenu des cavités intervertébrales.

2° Les lames vertébrales, peu après leur développement, se divisent en deux parties distinctes, l'une inférieure, l'autre supérieure (supposant l'embryon couché sur le ventre), la partie inférieure constitue les *protovertèbres*, la partie supérieure les *lames musculaires.*

a. Les protovertèbres se présentent sous forme de taches sombres, quadrangulaires, placées de chaque côté de la corde dorsale, et qui sont les ébauches des pièces de la future colonne vertébrale. A un certain moment de leur développement, les protovertèbres poussent latéralement des prolongements aux dépens desquels se développent les côtes et leurs cartilages.

b. Les lames musculaires donneront naissance aux muscles du dos et à ceux de la paroi ventrale de l'embryon. Pour cela, elles se diviseront d'abord en deux parties : l'une se portera en haut au-dessus du canal médullaire, cette partie servira à la formation des muscles du dos; l'autre se portera au-dessous de l'embryon, celle-là servira à la formation des muscles intercostaux et des muscles abdominaux.

3° Les lames latérales, dès qu'elles apparaissent, sont séparées des lames vertébrales par un sillon, sauf dans la région céphalique, où elles demeurent intimement unies entre elles. Chaque lame latérale se divise en deux feuillets, l'un interne, la lame *fibro-intestinale*, l'autre externe, la *lame cutanée.* Ces deux lames, toutefois, restent réunies entre elles sur la ligne médiane; c'est cette partie intermédiaire qui forme la lame moyenne ou *mésentérique.*

a. La lame fibro-intestinale, appliquée exactement sur le feuillet blastodermique interne, suit celui-ci quand il se constitue en gouttière pour former l'intestin. Limitée d'abord à la tache embryonnaire, elle s'arrête au début à l'ombilic, mais au bout de quelque temps elle se prolonge au delà de cette ouverture et forme un revêtement fibreux à la vésicule ombilicale et à la vésicule allantoïde.

b. La lame cutanée se comporte différemment du côté dorsal et du côté

sitif (séreux, animal), l'autre interne, dit intestino-glandu… …u-
végétatif). Ce second feuillet se divise lui-même en d… …ıtre,
nière à donner naissance à un troisième feuillet … …a for-
feuillet moyen ou germinatif (feuillet vasculaire) … …ɔtal du
diffère des précédents en ce qu'il ne dépasse p… …ic, et à
bryonnaire, au début du moins, tandis que le… …e feuillet
mitivement toute l'étendue de la sphère bla… …de cette
lets, à l'origine, résument, avec la m…
contenu dans l'espace sphérique qu'il… …ɜrales, que
nécessairement à leurs dépens que s… …ıterne de la
celui-ci. Avant d'étudier isolémen… …posés. Entre
nous croyons utile de chercher … …ɔompris entre
prennent ces divers feuillets da… …derniers, c'est-
et rappeler aussi la part qu'… …es lames vertébrales
verses membranes de l'œuf … …uels se développeront les

Il ne faudrait pas croir… …ges, le sternum et les muscles
pendant les progrès … …
chés d'une façon i… …erique est, comme nous l'avons dit, la
dans l'état actuel … …o-intestinales et des lames cutanées restées
pens de quel fer… …era naissance au mésentère, aux corps de Wolff,
nito-urinaire, … …ardinales, etc. C'est elle surtout qui mérite le nom
avec certain… …ire.
circulatoir…
dit vasc… …MENT DE LA MOELLE, DU CERVEAU, DES MÉNINGES,
périod… … DES CORDONS NERVEUX.
du …
bl… …, ET CERVEAU. — Nous avons déjà vu que, lorsque l'œuf occupe la … il doit conserver dans la matrice, la vésicule blastodermique … apercevoir un point plus sombre, dû à une plus grande accumu… de cellules à ce niveau; c'est ce point qu'on nomme la tache …minative ou l'*area germinativa*. Bientôt le centre de cette tache s'é…cit, et il se produit ainsi un anneau obscur, circonscrivant un espace …clair placé dans son milieu. Puis, peu après, l'anneau obscur et l'an…u clair prennent une forme ovale, en même temps que dans l'axe lon-gitudinal de ce dernier apparaît une ligne sur les côtés de laquelle se dessinent deux saillies parallèles, dues à un amas de cellules, ce qui donne aux bords de cette ligne un aspect plus sombre. Ces deux saillies, appelées lames dorsales, lames ou crêtes médullaires, limitent ainsi latéralement une sorte de gouttière qui se creuse de plus en plus, au fur et à mesure qu'elles prennent de l'accroissement. Au bout de peu de temps, ces saillies, qui, en se développant, se portaient aussi vers la ligne médiane, se rencontrent et s'unissent entre elles. Leurs bords, toutefois, ne se rejoignent pas aussi promptement aux deux extrémités de la gouttière qu'au milieu; en avant, ils s'écartent de manière à former plusieurs dilatations placées les unes à la suite des autres; en arrière, ils s'écartent éga-

manière à prendre un aspect lancéolé, après quoi ils s'effacent

ens des parois de la gouttière primitive, ou mieux des
que se développent la moelle, l'encéphale et les mé-
que les deux moitiés du rudiment de l'embryon se
-dessus de la gouttière, la couche qui sert de
ière se convertit en masse nerveuse (substance
Lorsque ensuite la réunion s'opère (vers la
de cette réunion, non point la cavité rachi-
s l'ont pensé, mais le tube médullaire,
eurement et inférieurement.
ois dilatations antérieures qui pro-
t de la gouttière médullaire. La cel-
arait la première, et ne tarde pas à être

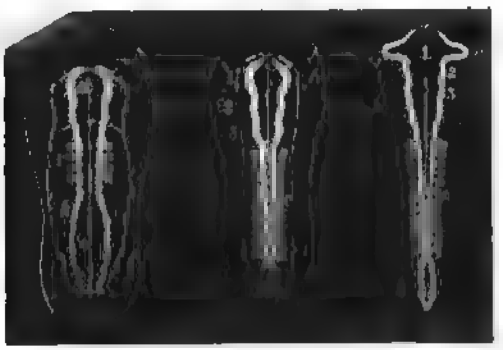


Fig. 75. — Développement du système nerveux chez le poulet, d'après Wagner (*Icones physiologicæ*) (*).

suivie des deux autres. De bonne heure, ces trois cellules se ferment par le rapprochement des bords du tube médullaire; la dernière seule, placée sur un plan postérieur, reste ouverte supérieurement, ce qui fait qu'en ce point (quatrième ventricule), le canal central cérébro-spinal se trouve interrompu.

La cellule antérieure, peu après son apparition, se dilate inégalement en trois points; les deux dilatations antérieures portent le nom de *cerveau antérieur* (Bischoff et de Baër), la dilatation postérieure porte le nom de *cerveau intermédiaire.* La seconde cellule primitive demeure indivise et constitue le *cerveau moyen;* la troisième se divise en deux portions, l'une antérieure, qui prend le nom de *cerveau postérieur*; l'autre postérieure, le nom d'*arrière-cerveau.*

(*) A, les deux moitiés primitives du système nerveux, vingt-quatre heures après l'incubation, B, les mêmes après trente-six; C, les mêmes chez un embryon plus âgé; *c*, les deux moitiés primitives des lames vertébrales ou corps des vertèbres; *d*, dilatation antérieure du tube nerveux, *b*, dilatation postérieure, sinus rhomboïdal, 1, 2, 3, première, deuxième, troisième cellules cérébrales, *a*, léger aplatissement de la cellule cérébrale antérieure, *o*, formation des vésicules oculaires.

ventral. Du côté dorsal, elle s'insinue entre l'épiderme et la lame musculaire et concourra à la formation du derme du dos ; du côté du ventre, elle se dédouble en deux feuillets, l'un externe, qui concourra à la formation du derme, l'autre interne, qui constituera le feuillet pariétal du péritoine. Ces deux feuillets se réunissent au niveau de l'ombilic, et à un moment donné se prolongent sous forme de lame unique sur le feuillet épithélial de l'amnios, constituant ainsi le revêtement fibreux de cette membrane.

Il résulte donc de ce que nous venons de dire des lames latérales, que lors de leur formation, la lame fibro-intestinale, le feuillet interne de la lame cutanée, le feuillet externe de la même lame, sont superposés. Entre les deux premiers, il ne s'introduira aucune partie, l'espace compris entre eux constitue la cavité pleuro-péritonéale ; entre les deux derniers, c'est-à-dire entre les deux feuillets de la lame cutanée, les lames vertébrales enverront des prolongements latéraux, dans lesquels se développeront les muscles intercostaux, les côtes, leurs cartilages, le sternum et les muscles de l'abdomen.

c. La lame moyenne ou mésentérique est, comme nous l'avons dit, la partie moyenne des lames fibro-intestinales et des lames cutanées restées indivises; cette lame donnera naissance au mésentère, aux corps de Wolff, à l'aorte, aux veines cardinales, etc. C'est elle surtout qui mérite le nom de feuillet vasculaire.

DÉVELOPPEMENT DE LA MOELLE, DU CERVEAU, DES MÉNINGES, DES CORDONS NERVEUX.

Moelle et cerveau. — Nous avons déjà vu que, lorsque l'œuf occupe la place qu'il doit conserver dans la matrice, la vésicule blastodermique laissait apercevoir un point plus sombre, dû à une plus grande accumulation de cellules à ce niveau ; c'est ce point qu'on nomme la tache germinative ou l'*area germinativa*. Bientôt le centre de cette tache s'éclaircit, et il se produit ainsi un anneau obscur, circonscrivant un espace plus clair placé dans son milieu. Puis, peu après, l'anneau obscur et l'anneau clair prennent une forme ovale, en même temps que dans l'axe longitudinal de ce dernier apparaît une ligne sur les côtés de laquelle se dessinent deux saillies parallèles, dues à un amas de cellules, ce qui donne aux bords de cette ligne un aspect plus sombre. Ces deux saillies, appelées lames dorsales, lames ou crêtes médullaires, limitent ainsi latéralement une sorte de gouttière qui se creuse de plus en plus, au fur et à mesure qu'elles prennent de l'accroissement. Au bout de peu de temps, ces saillies, qui, en se développant, se portaient aussi vers la ligne médiane, se rencontrent et s'unissent entre elles. Leurs bords, toutefois, ne se rejoignent pas aussi promptement aux deux extrémités de la gouttière qu'au milieu ; en avant, ils s'écartent de manière à former plusieurs dilatations placées les unes à la suite des autres ; en arrière, ils s'écartent éga-

lement, de manière à prendre un aspect lancéolé, après quoi ils s'effacent peu à peu.

C'est aux dépens des parois de la gouttière primitive, ou mieux des crêtes médullaires, que se développent la moelle, l'encéphale et les méninges. Avant même que les deux moitiés du rudiment de l'embryon se réunissent ensemble au-dessus de la gouttière, la couche qui sert de limite interne à cette dernière se convertit en masse nerveuse (substance grise et substance blanche). Lorsque ensuite la réunion s'opère (vers la neuvième semaine), il résulte de cette réunion, non point la cavité rachidienne, comme quelques auteurs l'ont pensé, mais le tube médullaire, creusé d'une cavité et dilaté supérieurement et inférieurement.

On a appelé *cellules cérébrales* les trois dilatations antérieures qui proviennent de l'élargissement en avant de la gouttière médullaire. La cellule cérébrale antérieure apparaît la première, et ne tarde pas à être

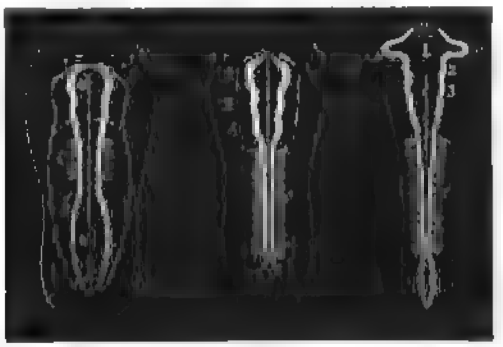


Fig. 75. — Développement du système nerveux chez le poulet, d'après Wagner (*Icones physiologicæ*) (*).

suivie des deux autres. De bonne heure, ces trois cellules se ferment par le rapprochement des bords du tube médullaire; la dernière seule, placée sur un plan postérieur, reste ouverte supérieurement, ce qui fait qu'en ce point (quatrième ventricule), le canal central cérébro-spinal se trouve interrompu.

La cellule antérieure, peu après son apparition, se dilate inégalement en trois points; les deux dilatations antérieures portent le nom de *cerveau antérieur* (Bischoff et de Baër), la dilatation postérieure porte le nom de *cerveau intermédiaire*. La seconde cellule primitive demeure indivise et constitue le *cerveau moyen;* la troisième se divise en deux portions, l'une antérieure, qui prend le nom de *cerveau postérieur*; l'autre postérieure, le nom d'*arrière-cerveau*.

(*) A, les deux moitiés primitives du système nerveux, vingt-quatre heures après l'incubation; B, les mêmes après trente-six; C, les mêmes chez un embryon plus âgé, *c*, les deux moitiés primitives des lames vertébrales ou corps des vertèbres; *d*, dilatation antérieure du tube nerveux, *b*, dilatation postérieure, sinus rhomboïdal; 1, 2, 3, première, deuxième, troisième cellules cérébrales, *n*, léger aplatissement de la cellule cérébrale antérieure; *o*, formation des vésicules oculaires.

Pendant que se produisent ces modifications dans les cellules cérébrales, la partie supérieure de l'embryon et du tube médullaire présente plusieurs courbures qui se lient intimement à la forme future du cerveau. Au niveau du cerveau moyen, on aperçoit une première courbure qui se fait presque à angle droit, de sorte que le cerveau moyen occupe le sommet de l'angle. Il s'en dessine une autre, dite *angle de la nuque*, à l'en-

Fig. 76. — Développement de la moelle épinière et du cerveau chez l'homme, d'après Tiedemann (*).

droit où la moelle épinière se continue avec l'arrière-cerveau. Ces deux courbures ont pour effet de procurer à la tête une inflexion très-prononcée d'arrière en avant que compense néanmoins une très-forte inflexion d'avant en arrière, et sous un angle aigu, qu'on remarque à la jonction de l'arrière-cerveau avec le cerveau postérieur.

C'est aux dépens des cellules cérébrales que se forment les diverses parties de l'encéphale. Du cerveau antérieur dérivent les lobes cérébraux, le corps calleux, le septum lucidum, les corps striés, la voûte à trois piliers. Du cerveau intermédiaire, les couches optiques, l'infundibulum, la commissure postérieure, la glande pinéale ; du cerveau moyen, les pédoncules cérébraux, les tubercules quadrijumeaux ; du cerveau postérieur, le cervelet ; de l'arrière-cerveau, la moelle allongée et le quatrième ventricule.

Le renflement inférieur du tube médullaire, appelé *sinus rhomboïdal*, correspond au point d'où partiront, plus tard, les nerfs du membre inférieur, ce qu'on nomme la *queue-de-cheval*. Suivant Tiedemann, vers la fin du troisième mois, la moelle épinière offre aussi un renflement dans les régions qui correspondent à la sortie des nerfs brachiaux et cruraux ; là aussi, le canal est un peu plus large. Ces divers renflements persistent toute la vie.

Au début, la moelle épinière occupe toute la longueur du canal vertébral, et la queue-de-cheval n'existe pas encore. Mais, à partir du quatrième

(*) A, cerveau et moelle épinière d'un embryon de sept semaines, vus de côté. — B, les mêmes chez un embryon plus âgé. *b*, moelle épinière, *d*, renflement de la moelle épinière avec l'inflexion que décrit celle-ci en avant, *c*, cervelet, *e*, masse des tubercules quadrijumeaux, *f*, couche optique, *g*, hémisphères membraniformes du cerveau. — C, cerveau et moelle allongée d'un embryon de onze semaines. *b*, moelle épinière, *d*, renflement de la moelle épinière avec son inflexion en avant, *c*, cervelet, *e*, élévation qui donne naissance aux tubercules quadrijumeaux, *g*, hémisphère membraniforme du cerveau, rabattu en arrière et en dedans, il ne couvre pas encore les éminences destinées à former les tubercules quadrijumeaux, *o*, nerf optique du côté gauche. — C', mêmes parties coupées verticalement sur la ligne médiane d'avant en arrière. *b*, membrane de la moelle épinière renversée en arrière, *d*, seconde inflexion en haut de la moelle épinière devenue plus épaisse et constituant des pédoncules du cerveau, *e*, le cervelet ; *c*, tubercules quadrijumeaux ; *f*, couche optique recouverte par les hémisphères, *g*, *v*, troisième ventricule et *infundibulum* au-dessous duquel s'attache la glande pituitaire.

mois, la colonne vertébrale prenant plus de développement que la moelle, celle-ci semble se retirer dans le canal rachidien et se rapprocher de la tête. La portion inférieure de la colonne vertébrale n'est plus remplie alors que par les nerfs lombaires et sacrés, constituant en cet endroit la queue-de-cheval.

NERFS CÉRÉBRAUX ET RACHIDIENS. — Comme nous l'avons déjà dit, les nerfs périphériques n'émanent pas des centres et ne sont pas, par conséquent, constitués par les éléments du blastème existant dans la portion du feuillet séreux qui donne naissance à ceux-ci. Il faut en excepter cependant deux nerfs sensoriels, le nerf optique et le nerf olfactif. Tiedemann n'a vu les nerfs sous forme de cordons qu'à la douzième semaine, chez un embryon humain qui avait seize lignes de longueur. Bischoff dit avoir pu distinguer les troncs du plexus brachial chez un embryon dont la longueur était de huit lignes.

NERFS VÉGÉTATIFS. — Ces nerfs naissent aussi sur place, indépendamment des centres. La portion thoracique se développe la première et plus que les autres. Elle est déjà assez développée à une époque où la moelle épinière semble l'être encore fort peu proportionnellement. Les ganglions nerveux du grand sympathique sont aussi, dans leur formation, indépendants des cordons qui y aboutissent plus tard. D'après Kisselbach, le cordon du grand sympathique serait complet chez l'embryon de huit semaines. Au troisième mois, d'après Lobstein, on verrait le plexus cœliaque, dont le développement paraît lié à celui des capsules surrénales; on verrait aussi les grands nerfs splanchniques.

MÉNINGES. — Les méninges spinales et cérébrales naissent des parois du tube médullaire. Tandis que la partie centrale concourt à la formation de la substance grise et blanche de la moelle, la partie périphérique concourt à celle des enveloppes, la pie-mère, l'arachnoïde, la dure-mère. La séparation histologique de la substance cérébrale et des méninges paraît se faire de bonne heure. Tiedemann a pu distinguer la dure-mère et la pie-mère crâniennes chez des embryons dès la septième et la huitième semaine. Les premières traces de l'arachnoïde n'ont toutefois pu être observées par cet auteur qu'au cinquième mois.

DÉVELOPPEMENT DES ORGANES DES SENS.

OEIL. — Les deux yeux se développent aux dépens de deux vésicules, dites *vésicules oculaires*, qui tirent leur origine du cerveau antérieur (fig. 75, *o*). Ces deux vésicules apparaissent, vers la troisième semaine, dans un point qui correspond à la partie qui deviendra plus tard le cerveau intermédiaire (couches optiques); par le fait de leur développement, elles s'éloignent de plus en plus de ce point, en même temps qu'elles se pédiculisent. Représentant, en réalité, une dilatation du tube médullaire, ces vésicules subissent, dans l'épaisseur de leurs parois, des modifications analogues à celles qui se produisent dans l'épaisseur des parois de ce

tube; c'est-à-dire que les couches périphériques se transforment en membranes qui sont la reproduction des méninges, les couches centrales en substance nerveuse grise et blanche. C'est ainsi que la *sclérotique* est l'analogue de la dure-mère; la *lamina fusca* et la *membrane de Descemet*, les analogues de l'arachnoïde; la *choroïde*, l'analogue de la pie-mère; la *rétine* et le *nerf optique*, les analogues de la substance blanche et de la substance grise des centres.

Si la plupart des auteurs sont d'accord aujourd'hui sur le mode d'origine des enveloppes du globe de l'œil, il n'en est pas de même pour ce qui concerne son contenu, c'est-à-dire pour le corps vitré et le cristallin.

Le *corps vitré*, d'après de Baër, Huschke et Valentin, résulterait d'une métamorphose du liquide primitivement contenu dans la saillie oculaire du tube médullaire. Huschke compare l'humeur vitrée au liquide des ventricules et la membrane hyaloïde à l'épithélium de ces cavités. Arnold croit, de son côté, que ce liquide est le produit d'une sécrétion séreuse spéciale. Remak, enfin, pense que le corps vitré est une dépendance d'un repli du derme qui aurait refoulé en dedans la partie inférieure de la vésicule oculaire.

Pour ce qui concerne le *cristallin*, tandis que, pour Arnold, cette lentille se développerait aux dépens de l'humeur vitrée, pour Huschke le cristallin résulterait de ce que les téguments s'enfoncent dans la partie médiane antérieure de la vésicule oculaire, de manière à représenter une sorte de sac dont l'ouverture rapprocherait ses bords de plus en plus et finirait par se fermer. La capsule serait constituée par le repli cutané, et le cristallin se développerait dans l'intérieur de ce repli.

Quant à l'*iris*, il se développe plus tard que la choroïde dont il n'est, du reste, qu'une expansion. Il représente en tout temps un anneau complétement clos. On n'y trouve jamais ni fentes ni raies, comme le soutiennent certains auteurs qui cherchent à expliquer le *coloboma* par la persistance de cette disposition.

Alors que l'humeur vitrée, l'iris et le cristallin se dessinent, apparaît dans l'intérieur de l'œil une membrane liée intimement à l'évolution de ces parties. Cette membrane, appelée *capsulo-pupillaire*, se présente sous forme d'un sac qui entoure complétement la capsule du cristallin. Elle est formée presque exclusivement par des vaisseaux qui proviennent des divisions de l'artère hyaloïdienne, branche de l'artère centrale de la rétine, laquelle, chez le fœtus, traverse d'arrière en avant l'humeur vitrée. Quand l'iris commence à se développer, ses propres vaisseaux entrent en connexion et se fusionnent avec ceux de la paroi antérieure de ce sac; puis, le cristallin se reportant, au bout d'un certain temps, en arrière, la partie postérieure de la membrane capsulo-pupillaire se détache de la partie antérieure, et cette dernière représente alors une lame circulaire confondue avec les bords de l'iris et complétement isolée du cristallin. C'est cette lame qui porte le nom de *membrane pupillaire* ou *de Wachendorff*, du

nom de l'auteur qui le premier l'a décrite. Cette membrane, ainsi que la portion restante du sac capsulo-pupillaire, ainsi que l'artère hyaloïdienne, disparaissent en général vers le septième mois. Lorsqu'elle persiste, elle détermine le vice de conformation connu sous le nom de *synizésis*, de *cataracte pupillaire congénitale.*

Jusqu'au commencement du troisième mois, le globe de l'œil est tout à fait libre. La peau est appliquée seulement sur lui, mais elle s'est amincie de manière à se convertir en une fine membrane, la conjonctive. Dans le cours de la dixième semaine, apparaissent en haut et en bas deux étroits replis cutanés qui, en se développant, constituent les paupières. Celles-ci, vers le quatrième mois, se sont appliquées l'une sur l'autre et adhèrent intimement; plus tard, elles se désunissent, et l'homme vient au monde, en général, les yeux ouverts. Exceptionnellement, les paupières restent unies par leurs bords libres, ou bien ont contracté, pendant la vie intra-utérine, des adhérences avec la face antérieure du globe de l'œil; ce sont ces deux vices de conformation qui portent le nom, pour le premier, de *symblépharon*, pour le second, d'*ankyloblépharon* (*congénitaux*).

Nous avons vu que les deux yeux se développaient d'une façon isolée l'un de l'autre; mais il peut se faire, sans qu'on en connaisse encore la cause, qu'ils tendent à se fusionner; de là la production de monstruosités connues sous le nom de *cyclopie*, et pouvant présenter de nombreuses variétés. Dans ce vice de conformation, les deux orbites sont réunis en une seule cavité, et, tantôt les deux yeux sont séparés par un ruban, tantôt ils sont fusionnés entre eux, de façon qu'un globe unique renferme les éléments des deux globes oculaires : ainsi, par exemple, on trouve deux cornées, deux iris superposés. Quelquefois la cyclopie s'accompagne d'atrophie des mâchoires et d'absence de la bouche (cyclopes astomes), et alors les joues, les lèvres et les mâchoires sont ramassées sur elles-mêmes et constituent une espèce de trompe. D'autres fois, enfin, cette dernière variété est compliquée de la fusion des deux appareils auditifs qui ont pris la place de la partie médiane de la base du crâne (cyclopes astomes monotiens).

Oreille. — Pendant longtemps on a pensé que la partie fondamentale de l'oreille, l'oreille interne, naissait de même que le globe de l'œil, d'une bosselure vésiculeuse du tube médullaire. Mais aujourd'hui on admet généralement que le labyrinthe à son début (troisième semaine) est une vésicule qui se forme par une dépression de la peau (fossette auditive), laquelle finit par se fermer et se transformer en vésicule close. Le nerf auditif se produit sur place, et n'est pas plus que le labyrinthe une expansion de la vésicule cérébrale postérieure. Cette origine explique comment on a pu trouver, chez certains sourds et muets de naissance, le nerf auditif absent, quoique toutes les parties de l'oreille interne fussent dans un état parfait d'intégrité (Nuhn). Le limaçon et les canaux demi-circulaires résultent des modifications de forme extrêmement variées et complexes

que prend la vésicule auditive. L'utricule et le saccule sont les parties restantes de la vésicule labyrinthique qui ne se sont pas transformées en limaçon et en canaux demi-circulaires. L'oreille moyenne et l'oreille interne proviennent de la première fente branchiale, et la membrane du tympan est le résultat du cloisonnement de cette fente par une expansion membraniforme issue de ses parois; les osselets, enfin, constituent, comme nous le verrons plus loin, une dépendance des arcs branchiaux.

ORGANE OLFACTIF. — Le nerf et le bulbe olfactifs résultent, comme le nerf optique et la rétine, d'une excroissance vésiculiforme du tube médullaire issue de la cellule cérébrale antérieure. Cette vésicule, qui naît un peu plus tard que la vésicule oculaire, vient à la rencontre de deux dépressions cutanées, premiers vestiges de la cavité nasale, et dans lesquelles se ramifient bientôt les nerfs olfactifs. Ce n'est que vers la huitième semaine que le nez commence à se former. Alors les narines se remplissent d'une masse gélatineuse qui se continue dans la trompe d'Eustache et dans l'oreille moyenne. Au moment de la naissance, cette masse a disparu.

PEAU. — Comme nous l'avons vu, l'épiderme et le derme naissent de deux feuillets blastodermiques distincts. L'épiderme est une dépendance du feuillet externe (lame épidermique), le derme est une dépendance du feuillet moyen (lame cutanée des lames latérales). Dès la cinquième semaine, on peut distinguer dans l'épiderme deux couches de cellules qui représentent, la profonde le corps muqueux de Malpighi, la superficielle la lame cornée. Pendant toute la vie fœtale, l'épiderme est le siége d'une desquamation incessante; une partie des cellules qui abandonnent sa surface tombe dans l'eau de l'amnios; l'autre partie concourt, avec la graisse issue des glandes sébacées, à la formation d'une couche onctueuse (*vernix caseosa*, *magma embryonum*) qui recouvre tout le corps du fœtus dès le sixième mois.

Le derme apparaît vers le deuxième mois; il se distingue de l'épiderme par sa fermeté et par la présence de fibres lamineuses. Ce n'est qu'au bout de six mois que les papilles sont visibles.

Le développement de l'*ongle* commence au troisième mois de la vie embryonnaire; à cette époque, existent déjà le lit de l'ongle et la rainure unguéale. Le lit de l'ongle est d'abord recouvert de deux couches de cellules épidermiques analogues à celles qu'on trouve à la surface du corps. Au quatrième mois, entre la couche cornée et le corps muqueux, apparaît une couche de lamelles aplaties, qui est le premier rudiment de l'ongle. La formation de l'ongle a sans doute pour point de départ les cellules de la couche muqueuse; jusqu'au cinquième mois, il reste caché sous la couche cornée, et est dépourvu de bord libre. Celui-ci ne se voit que vers la deuxième moitié du sixième mois.

Les *poils* se développent à la fin du troisième mois et au commencement du quatrième, aux dépens d'excroissances appelées germes des

poils, et qui naissent de la couche profonde de l'épiderme. Ces excroissances s'entourent bientôt d'une enveloppe fournie par le derme, et qui constitue le follicule; d'abord plus ou moins arrondies, elles prennent

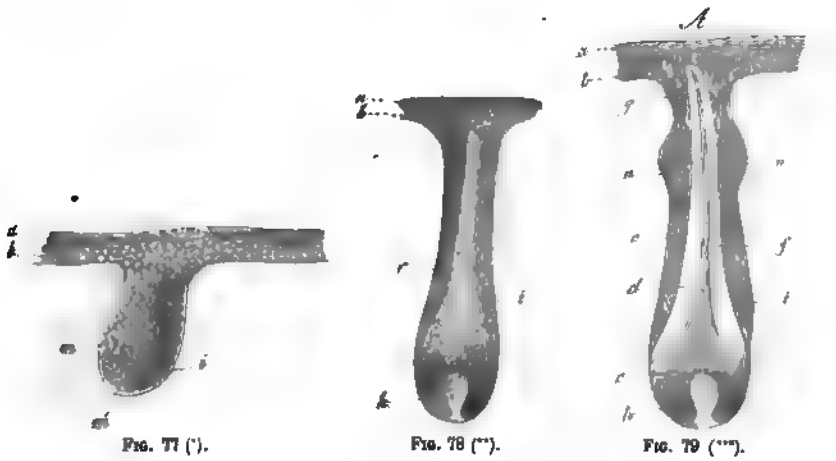


Fig. 77 (*). Fig. 78 (**). Fig. 79 (***).

Développement du poil.

plus tard la forme de bouteilles allongées, au fond desquelles apparaît une papille. En même temps les cellules épidermiques se divisent en deux couches : l'une, la plus interne, concourra à la formation du poil et de sa gaine interne; l'autre, la plus externe, à la formation de la gaine externe; cette dernière se continue avec la couche de Malpighi.

Les poils, une fois formés, ne tardent pas à grandir et à s'échapper de l'intérieur de la peau, par suite de l'exfoliation de la couche cornée au niveau de leur extrémité externe. Cette éruption des poils se fait à la fin du premier mois à la tête et à la région des sourcils, vers la vingt-troisième, la vingt-cinquième semaine sur les membres. Ces poils primitifs sont d'une minceur extrême (poils follets), et n'ont qu'une existence temporaire. Pendant la vie fœtale, déjà une partie tombe et se retrouve dans le liquide de l'amnios, mais c'est surtout après la naissance que leur chute est activée. Kölliker a fait voir qu'alors un nouveau poil se formait aux dépens de bourgeons nés de la gaine externe de la racine des follicules anciens; ces bourgeons se développent exactement d'après le même type

(*) Germe pileux du front, pris sur un embryon humain de seize semaines (grossissement de 350 diamètres). — *a*, couche cornée de l'épiderme, *b*, couche muqueuse; *i*, membrane amorphe qui tapisse extérieurement le germe pileux, et se prolonge entre la couche muqueuse et le derme, *m*, cellules arrondies ou allongées qui forment la masse principale du germe.

(**) Germe d'un poil du sourcil, de 475 μ de longueur et grossi 50 fois; les cellules internes y forment un cône distinct. On n'y voit pas encore de poil, mais la papille y est déjà dessinée. — *a*, couche cornée de l'épiderme; *b*, couche muqueuse; *c*, gaine externe de la racine du follicule futur; *i*, membrane amorphe à la face externe de cette gaine; *h*, papille du poil.

(***) Germe pileux du sourcil, dont le poil, long de 630 μ, vient de naître et n'a pas encore percé en dehors. La gaine interne s'élève au-dessus de la pointe du poil, et deux épaississements verruqueux de la gaine externe, *sc*, se montrent sur les côtés du goulot du follicule : ce sont les rudiments des glandes sébacées. (D'après Kölliker.)

que les bourgeons primitifs. Pendant que ce développement s'effectue, le bulbe du poil follet s'atrophie, le poil se sépare de lui; il est repoussé

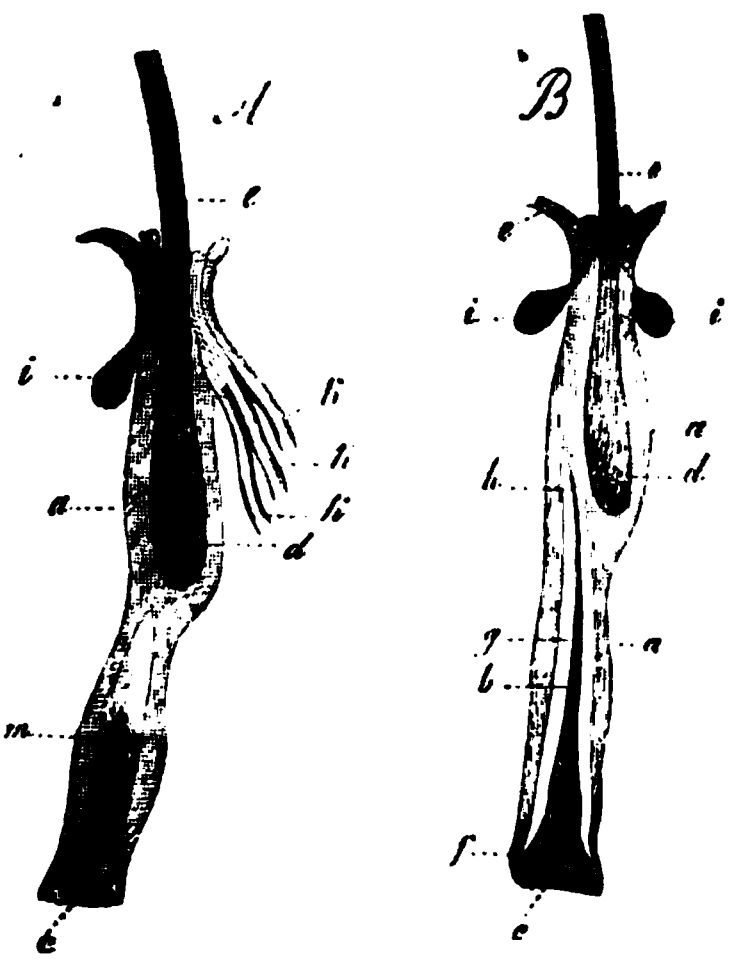


FIG. 80. — Développement du poil (*).

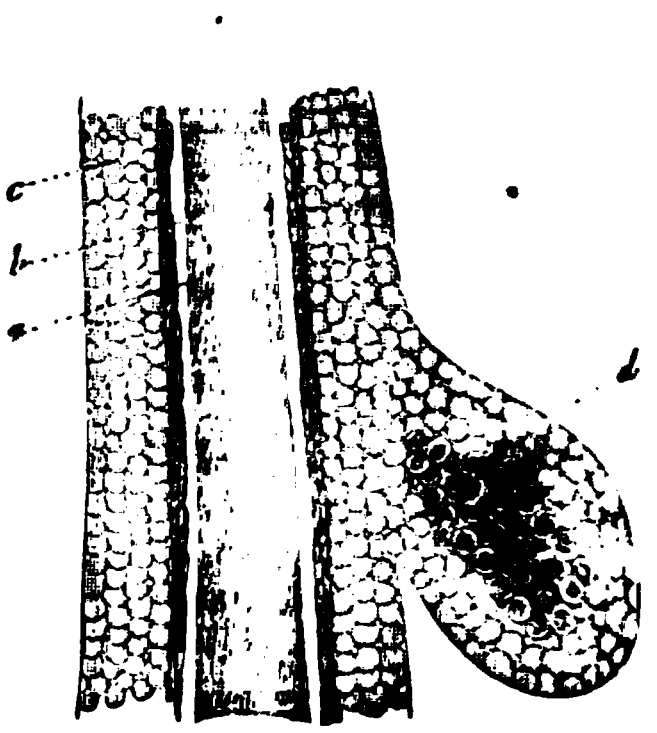


FIG. 81. — Développement des glandes sébacées (**).

ensuite peu à peu vers l'extérieur, finit enfin par tomber, tandis qu'un nouveau poil prend sa place.

Les *glandes sébacées* apparaissent au quatrième ou cinquième mois de la vie fœtale. Elles naissent d'une excroissance de la gaine externe des follicules pileux, ayant d'abord la forme de bouteilles. Sur ce premier bourgeon en naît un certain nombre d'autres qui se transforment en culs-de-sac glandulaires, dans l'intérieur desquels ne tardent pas à apparaître des cellules remplies de graisse.

Les *glandes sudoripares* naissent au cinquième mois, d'abord sous forme de bourgeons, ayant aussi l'apparence de bouteilles et développés au-dessous du corps muqueux. Plus tard ces bourgeons s'allongent, deviennent tortueux et présentent à leur extrémité terminale un renflement. Un canal n'apparaît dans leur intérieur que vers le septième mois. il ne s'étend d'abord que jusqu'à la couche cornée. Peu après, l'extrémité interne se recourbe en forme d'anse (première trace de l'enroulement des

(*) Cils arrachés sur un enfant d'environ un an, et grossis environ 20 fois. — A, cil avec un prolongement du bulbe ou de la gaine externe de la racine, long de 552 μ : les cellules centrales de ce prolongement sont allongées (on n'a pas figuré leur pigment) et représentent un cône parfaitement séparé des cellules externes; B, cil avec un prolongement de 675 μ, dont le cône interne est divisé en poil et en gaine interne de la racine. L'ancien poil est remonté vers la surface, et ne possède point de gaine interne, non plus qu'en A; *a*, gaine externe de la racine du jeune poil; *b*, sa gaine interne; *c*, fossette servant à loger la papille; *d*, bouton de l'ancien poil; *e*, sa tige; *f*, bouton du poil nouveau; *g*, sa tige; *h*, sa pointe; *i*, glandes sébacées; *k*, trois canaux sudorifères, qui en A s'abouchent avec la partie supérieure du follicule pileux. *l*, continuation de la gaine externe de la racine avec la couche muqueuse de l'épiderme. (D'après Kolliker.)

(**) Pour servir à l'étude du développement des glandes sébacées d'un fœtus de six mois (grossissement d'environ 250 diamètres). — *a*, poil; *b*, gaine interne de la racine, ressemblant ici davantage à la couche cornée de l'épiderme; *c*, gaine externe de la racine; *d*, rudiment de glande sébacée. (D'après Kolliker.)

glomérules futurs), en même temps l'épiderme s'exfolie dans la direction du canal, qui ainsi communique avec l'extérieur.

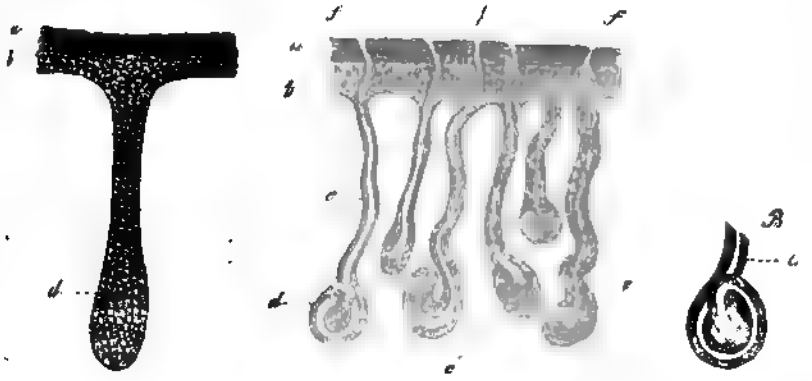


Fig. 82 (*). Fig. 83 (**). Fig. 84 (***).

Développement des glandes sudoripares.

La *mamelle*, au point de vue de son développement, doit être rangée à côté des glandes de la peau. Elle apparaît au cinquième ou sixième mois, constituée alors par une simple excroissance de l'épiderme, entourée d'une enveloppe dermique. Cette excroissance, d'abord régulièrement arrondie, pousse au bout d'un certain temps à sa surface des bourgeons qui sont les premiers rudiments des lobes de la glande. Ces bourgeons s'isolent les uns des autres vers la fin de la période fœtale en même temps que d'autres bourgeons poussent à leurs extrémités, et à la naissance on peut reconnaître douze à quinze lobes surmontés de culs-de-sac, lesquels représentent les lobules. Ce n'est qu'à la puberté et sous l'influence du travail génital qui amène les premières règles qu'apparaissent les premières vésicules glandulaires ou acini, mais celles-ci ne se multiplient activement que pendant la première grossesse et au début de la lactation.

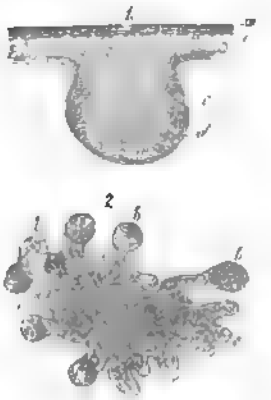


Fig. 85 (****).

(*) Glande sudoripare rudimentaire d'un embryon humain de cinq mois, vue à un grossissement de 350 diamètres. — *a*, couche cornée de l'épiderme; *b*, couche muqueuse; *c*, derme; *d*, rudiment de la glande, sans lumière, et formé de petites cellules arrondies.

(**) A, glandes sudoripares rudimentaires au septième mois (grossissement de 50 diamètres). — *a*, *b*, *d*, comme dans la figure 81. Le canal *c* existe partout, mais il n'atteint pas encore l'extrémité de la partie renflée de la glande, qui doit former le glomérule, les prolongements des canaux dans l'épiderme et les orifices sudoraux *f* existent également.

(***) B, glomérule d'une glande sudoripare au huitième mois du développement. (D'après Kölliker.)

(****) Développement de la mamelle. — 1, rudiment de mamelle d'un fœtus mâle de cinq mois, *a*, couche cornée, *b*, couche muqueuse de l'épiderme; *c*, prolongement fourni par celle-ci, ou rudiment de la glande; *d*, enveloppe fibreuse; 2, mamelle d'un fœtus femelle de sept mois, vu de face, *a*, masse centrale de la glande, avec des bourgeons soit les gros (*b*) et petits (*c*), qui sont les rudiments des lobes principaux. (D'après Kölliker.)

DÉVELOPPEMENT DE LA NOTOCORDE, DE LA COLONNE VERTÉBRALE ET DU CRANE.

NOTOCORDE. — La colonne vertébrale est précédée dans son développement par l'apparition d'un filament cylindrique, d'apparence gélatineuse, appelé par de Baër *corde dorsale*, par M. Ch. Robin *notocorde*. La notocorde apparaît dans le grand axe de la tache germinative, au-dessous de la gouttière primitive et dans l'épaisseur du feuillet moyen. Elle s'étend en avant jusqu'au niveau du point qu'occupera l'arrière-cerveau ; sa forme est, au début, celle d'un cordon cylindrique renflé à sa partie antérieure, aminci à sa partie postérieure. Au bout de peu de temps, on voit naître autour d'elle les protovertèbres (voy. p. 363), puis, dans leur intérieur, le corps cartilagineux de chacune des pièces de la colonne, de telle sorte qu'à cet instant ce cordon traverse tous les corps des vertèbres jusqu'à la dernière coccygienne inclusivement, comme un fil traverse les grains d'un chapelet. Il faut en excepter toutefois le corps de l'atlas, qui n'est point en rapport avec la notocorde; celle-ci passe derrière lui, traversant l'apophyse odontoïde, ce qui s'explique par ce fait, que cette apophyse naît toujours par un corps cartilagineux distinct, lequel représente en réalité le corps de l'atlas.

Quand le tissu des disques intervertébraux apparaît, la notocorde et sa gaine se renflent à son niveau, et alors elle se présente sous forme d'une tige alternativement cylindrique et renflée. Bientôt l'ossification des corps des vertèbres se faisant, la portion cylindrique correspondant à chacun d'eux disparaît, et il ne reste plus que la portion renflée placée au milieu des disques. Cette portion renflée, qui forme le contenu de la cavité intervertébrale, ne se retrouve plus chez l'homme, dans le sacrum et le coccyx, de la neuvième à la douzième année. Dans les régions cervicales dorsales et lombaires, elle ne disparaît que vers soixante ans. A partir de ce moment, la cavité intervertébrale, au lieu de renfermer une substance molle, élastique, est graduellement envahie par du tissu fibreux. Chez les animaux, l'époque qui correspond à cet envahis-

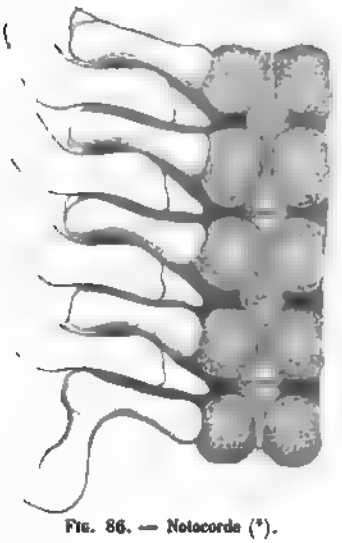


FIG. 86. — Notocorde (*).

(*) Portion du rachis d'un embryon de lapin, long de 22 millimètres, prise de la quatrième à la huitième vertèbre dorsale ; elle est traversée par la notocorde qui présente des renflements globuleux un peu elliptiques transversalement, au niveau des disques intervertébraux. (D'après M. Ch. Robin.)

sement est variable. Chez les ruminants, les solipèdes, la substitution du tissu fibreux au renflement de la notocorde se fait même avant la naissance. Chez d'autres espèces qui ont une colonne vertébrale très-flexible, comme le chien, le chat, on retrouve le tissu gélatiniforme de la corde dorsale dans les cavités des disques intervertébraux pendant toute la durée de la vie (Ch. Robin).

D'après M. Ch. Robin, la corde dorsale est composée : 1° d'un filament plein (la notocorde proprement dite), grisâtre, constitué par des cellules nucléées, polyédriques par juxtaposition immédiate, finement granuleuses, très-adhérentes les unes aux autres; 2° ce cordon est entouré d'une gaine mince, transparente, résistante, séparée du filament celluleux par un petit intervalle plein d'une substance demi-liquide, hyaline, assez tenace.

Colonne vertébrale. — Arrivons maintenant au développement de la colonne vertébrale. Lorsque la colonne vertébrale va se former, il se dépose à droite et à gauche d'elle un blastème partout homogène. Ce blastème ne tarde pas à se diviser en tronçons disposés par paires, qui apparaissent comme de petites taches sombres quadrangulaires des deux côtés de la notocorde; ce sont là les plaques proto-vertébrales ou les proto-vertèbres. Peu à peu ces plaques se portent en avant et en arrière de la notocorde, et, quand elles se sont rencontrées, elles se soudent entre elles. Avec le temps, cette sorte d'anneau membraneux devient plus large et plus épais, et étrangle de plus en plus la corde dorsale. Mais avant la formation complète de cet anneau, la masse blastématique qui lui donne naissance envoie des prolongements de chaque côté de la moelle épinière et des méninges en train de se former. Ces prolongements, d'abord isolés, finissent par se rejoindre sur la ligne médiane, et ferment ainsi la colonne vertébrale en arrière. Enfin, la masse blastématique du corps des vertèbres envoie encore latéralement d'autres prolongements; quelques-uns se divisent et deviennent ainsi les origines des apophyses transverses et des côtes; les autres ne se divisent pas, et ne représentent dans la suite que des apophyses transverses.

Chaque anneau avec ses prolongements devient peu à peu cartilagineux, les corps d'abord, les prolongements ensuite ; puis apparaissent des points d'ossification. Chaque vertèbre se développe par trois points d'ossification primitifs et sept points d'ossification complémentaires. Les points primitifs sont les suivants : un médian pour le corps et deux latéraux pour le reste de l'anneau vertébral; les points complémentaires sont : un pour le sommet de l'apophyse épineuse, deux pour le corps, l'un pour la face supérieure, l'autre pour la face inférieure, deux pour les apophyses transverses, et deux pour les apophyses articulaires. C'est du quarantième au cinquantième jour qu'apparaissent les premiers points d'ossification. Les vertèbres cervicales s'ossifient les premières, sauf l'atlas, qui ne commence à s'ossifier qu'à la fin de la période embryonnaire; viennent ensuite les thoraciques, puis les lombaires. Ce n'est que vers

l'âge de quinze à dix-huit ans que se manifestent les points osseux complémentaires.

Les côtes naissent de très-bonne heure; dès la sixième semaine elles sont cartilagineuses; les côtes moyennes s'ossifient les premières, vers le second mois.

Au développement de la colonne vertébrale se rattache un vice de conformation assez fréquent, le *spina-bifida*, c'est-à-dire la séparation en arrière de la colonne vertébrale, dans une longueur variable. Ce vice de conformation est caractérisé, extérieurement, par une tumeur due à une poche contenant, dans son intérieur de la sérosité, et, en général, des racines nerveuses ou même la moelle étalées à sa surface; il est dû à une hydropisie, datant de la période embryonnaire, soit du canal central de la moelle, soit de la cavité arachnoïdienne. Les deux pièces osseuses qui, par leur réunion, doivent former l'arc vertébral n'étant pas encore arrivées au contact, la moelle et les méninges, ou les méninges seules, pressées par le liquide produit en dedans d'elles, sont repoussées excentriquement, s'engagent avec celui-ci dans l'espace existant entre ces deux pièces, et viennent faire ainsi saillie sous la peau. L'arrêt de développement, dans ce vice de conformation, n'est par conséquent pas primitif.

Rarement le spina-bifida est antérieur; il en existe cependant dans la science un certain nombre d'exemples. Ici la séparation du corps de la vertèbre en deux moitiés est plus difficile à expliquer que la séparation des lames, car, comme nous venons de le voir, le corps de la vertèbre ne se développe primitivement que par un seul point d'ossification médian.

Crane. — Le développement du crâne se fait d'après un type analogue à celui de la colonne vertébrale; c'est ce qui résulte surtout des recherches de Reichert et de Rathke. Autour de la portion céphalique de la corde dorsale, il se dépose un blastème qui affecte avec elle les mêmes rapports que celui des protovertèbres, c'est-à-dire qui forme autour d'elle une sorte de gaîne. Cependant cette masse blastématique s'amasse en plus grande quantité sur les côtés; la corde acquiert ainsi deux espèces d'ailes qui font partie de la base du crâne. La masse blastématique s'étale, de plus, en avant de la notocorde, jusqu'au niveau du point qui correspondra plus tard à la selle turcique. Là elle fournit un certain nombre de prolongements appelés *poutres* du crâne; parmi ces prolongements, on en distingue deux principaux qui se portent sur les côtés de la tête, et finissent par se réunir entre eux de bonne heure. Ils arrivent jusqu'à la partie inférieure de la réunion antérieure des lames dorsales, la future paroi frontale.

Toute cette masse blastématique, limitée d'abord à la base du crâne, s'étend bientôt sur les côtés des dilatations cérébrales, ainsi que sur la partie supérieure, et forme ainsi une sorte de capsule membraneuse, qui enveloppe l'encéphale tout entier (crâne membraneux primordial). Le crâne membraneux ne tarde pas à se transformer en vrai cartilage, mais seulement à sa base, tandis que la voûte et les parties latérales conservent

l'état membraneux pendant un certain temps. A cet état, le crâne cartilagineux comprend l'occipital, les deux sphénoïdes, le rocher, la partie mastoïdienne du temporal, l'ethmoïde et la cloison du nez.

Chaque os du crâne se développe par un nombre de points d'ossification variable : quatre pour l'occipital, six pour le sphénoïde postérieur, deux pour le sphénoïde antérieur, deux pour le frontal, un pour le pariétal, quatre pour l'occipital. La soudure des diverses pièces d'un même os se fait à des âges différents, en général après la naissance. Pendant la vie intra-utérine, les os de la base du crâne sont séparés par du cartilage; les os de la voûte le sont par des parties membraneuses. Ces parties membraneuses sont envahies insensiblement par du cartilage (voy. p. 351), puis par des lamelles osseuses, garnies sur leurs bords de dentelures, jusqu'à ce que les dentelures des os voisins viennent s'engrener les unes dans les autres, et constituer les sutures. A la naissance, il persiste encore, comme traces du crâne membraneux, des espaces variables en forme et en étendue, appelés *fontanelles*. Les fontanelles sont au nombre de six : 1° une supérieure et antérieure, losangique, existe à la réunion du frontal et des pariétaux; 2° une postérieure et supérieure, triangulaire, se trouve à la réunion de l'occipital et des pariétaux; 3° une latérale et antérieure, paire, allongée, est limitée par le pariétal, le temporal et le frontal; 4° une latérale et postérieure, paire, irrégulière, est limitée par le temporal, l'occipital et le pariétal. Après la naissance, les fontanelles se rétrécissent insensiblement, les latérales et la postérieure disparaissent dans la première année, l'antéro-supérieure dans la troisième, et quelquefois plus tôt.

Au développement du crâne se rattache un vice de conformation analogue au spina-bifida, nous voulons parler de l'*hydrocèle crânienne* et de l'*hydro-encéphalocèle*. Cette lésion, qui caractérise les monstres dits *exencéphaliens* (Is. Geoffroy Saint-Hilaire), est due à la hernie à travers l'espace qui sépare deux os, ou dans l'intervalle de deux points d'ossification d'un même os, soit d'une partie des méninges seules, soit à la fois de la substance cérébrale et des méninges, suivant que l'accumulation de liquide qui lui donne naissance a lieu dans l'arachnoïde cérébrale ou dans les ventricules cérébraux. Ces sortes de hernies, en général incompatibles avec la vie, peuvent se faire en arrière du crâne (*nodencéphalie*), en avant (*proencéphalie*), en avant et en bas, à la partie supérieure (*podencéphalie*).

DÉVELOPPEMENT DE LA FACE ET DU COU.

Les lames viscérales de l'embryon se réunissent de très-bonne heure au-dessous des premières vésicules cérébrales, limitant ainsi l'extrémité antérieure de la cavité viscérale. Cette partie antérieure des lames viscérales est le point de départ du travail embryogénique qui donne naissance à toutes les parties molles et dures de la face et du cou. Celui-ci débute par la production de blastèmes en forme de lignes, qui partent de la base

de la capsule crânienne et convergent vers la ligne médiane au-dessous d'elle. Ces amas prennent rapidement de l'accroissement et dépassent bientôt l'épaisseur des lames, en même temps que l'intervalle qui sépare ces lignes disparaît et donne lieu à des fentes. Les lignes s'appellent *arcs branchiaux* (Rathke) ou *arcs viscéraux* (Reichert); les fentes intermédiaires se nomment *fentes branchiales* ou *fentes viscérales*. Les arcs peuvent exister en nombre variable chez les animaux; en général, ils sont au nombre de quatre; les fentes, par conséquent, sont au nombre de trois. Les arcs naissent les uns après les autres d'avant en arrière, de telle sorte que les antérieurs existent déjà quand on ne distingue point encore les postérieurs; de plus, ils sont déjà métamorphosés en d'autres parties, quand ceux-ci commencent à être visibles. Les trois premiers correspondent, quant à leur origine, aux trois vertèbres de la base du crâne, le quatrième et le cinquième, quand il existe, aux vertèbres cervicales supérieures.

L'arc antérieur apparaît dès le quatorzième jour et se soude très-vite avec celui du côté opposé. C'est à ses dépens que se forment les os palatins, les apophyses ptérygoïdes, le marteau, l'enclume. Quant aux maxillaires supérieurs, à l'os intermaxillaire, au maxillaire inférieur, aux lèvres, toutes ces parties se développent au sein de masses blastématiques qui naissent autour de la partie externe du premier arc viscéral sous forme de bourgeons, dont l'évolution est des plus importantes à connaître. Ces bourgeons sont les suivants: 1° Deux inférieurs ou postérieurs, qui se réunissent de bonne heure sur la ligne médiane; ils concourent au développement de la lèvre inférieure et de la mâchoire inférieure. Quand cette réunion ne se fait pas, il en résulte un bec-de-lièvre simple ou compliqué, suivant que les deux moitiés de la lèvre restent désunies, ou suivant qu'il se joint à cette séparation celle des deux moitiés du maxillaire inférieur, et même de la langue. Plus rare que le bec-de-lièvre supérieur, l'inférieur est cependant incontestable; la science en possède un certain nombre d'observations. 2° Au-devant de ces deux bourgeons inférieurs ou au-dessus, suivant qu'on envisage l'embryon couché sur le ventre ou droit, en existent deux autres dont le rapprochement vers la ligne médiane se fait plus lentement. C'est à leurs dépens que se forme la plus grande partie de la mâchoire supérieure et de la lèvre supérieure. 3° Entre les deux bourgeons supérieurs et sur un plan antérieur existe un autre bourgeon

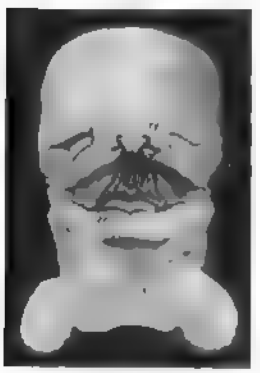


Fig. 87 (*).

(*) Développement de la bouche et de la face, sur un embryon humain âgé de quarante jours environ — *mi*, mâchoire inférieure, derrière laquelle on aperçoit un bourgeon lingual; *ms*, mâchoire supérieure; *i*, bourgeon incisif; *l*, aile du nez; *n*, narine, *o*, œil. (D'après Coste.)

médian volumineux, le bourgeon frontal, qui lui-même donne naissance inférieurement à deux autres dits bourgeons incisifs; ceux-ci sont séparés des mandibules supérieures par une fente au fond de laquelle se voit l'œil; cette fente est l'origine du canal nasal. Le bourgeon frontal donne encore naissance à sa partie inférieure et antérieure à deux autres bourgeons dont l'accroissement produira les ailes du nez.

Par le fait du développement des mandibules supérieures, les bourgeons incisifs, d'abord éloignés l'un de l'autre, tendent à se rapprocher, repoussés qu'ils sont par ceux-ci de dehors en dedans, jusqu'à ce qu'ils se fusionnent entre eux et avec les mandibules. C'est aux dépens des bourgeons incisifs et mandibulaires supérieurs que naissent le maxillaire supérieur, l'os incisif ou intermaxillaire et les lèvres.

Le corps du maxillaire supérieur se développe, vers le troisième mois, par quatre points d'ossification, un pour la fosse canine, un pour l'apophyse malaire, un pour l'apophyse palatine, un pour le plancher de l'orbite.

L'os intermaxillaire présente, au quarantième jour, les premières traces d'ossification. Elle se fait par deux points principaux, l'un à droite, l'autre à gauche, et par plusieurs autres accessoires placés sur les côtes des premiers. Au troisième mois, l'os intermaxillaire est en rapport en arrière avec la pièce palatine du maxillaire supérieur, en dehors avec la pièce canine et la pièce molaire. A cette époque, il encadre complétement l'orifice des fosses nasales. A la fin du troisième mois, il a atteint tout son développement et s'est confondu avec la pièce canine, d'abord à droite, ensuite à gauche. Enfin, ce n'est qu'à la fin de la vie fœtale qu'il s'est confondu avec la pièce palatine, de manière à ne plus laisser aucune trace de son indépendance première. Cette dernière remarque ne s'applique toutefois qu'à l'homme de race blanche. M. Hamy, dans une thèse récente faite sur le développement de l'os intermaxillaire, a fait voir que, chez le nègre, la suture palatine pouvait encore se voir jusqu'à la cinquième ou sixième année après la naissance. La persistance de cette suture dans cette race semble être en rapport avec la projection des mâchoires qui la caractérise (*prognathisme*); en effet, ce n'est qu'au moment où cette projection est arrivée à terme, ce qui correspond avec l'éruption des dents permanentes, que toutes les sutures disparaissent avec la plus grande rapidité entre l'os maxillaire et les pièces osseuses voisines.

Le mode de développement de l'os intermaxillaire nous explique les nombreuses variétés de complications que peut présenter, du côté du système osseux, le bec-de-lièvre supérieur: fissures du maxillaire supérieur, uniques ou multiples, médianes ou latérales, symétriques ou asymétriques. Toutes ces dispositions résultent d'un arrêt de développement, dû au défaut de réunion des points d'ossification, soit entre ceux qui entrent dans la formation de l'os intermaxillaire, soit entre ceux de l'os intermaxillaire et des pièces voisines. Le défaut de réunion de la pièce

canine et de l'os intermaxillaire explique aussi ces cas remarquables, signalés par quelques auteurs, de fissures se prolongeant sur les côtés du nez, le long de la branche montante de la mâchoire supérieure, et s'arrêtant à une petite distance du grand angle de l'œil. On comprend enfin que si, en même temps que l'arrêt de développement se produit entre l'os incisif et les pièces voisines, la réunion des deux pièces palatines ne se fait pas sur la ligne médiane, ni celle du voile du palais, qui, lui aussi, se développe par deux portions primitivement distinctes; on comprend, disons-nous, comment la fissure qui sépare l'os intermaxillaire du maxillaire supérieur peut se prolonger jusqu'à l'extrémité de la luette.

La cavité buccale se forme aux dépens du blastème contenu dans la partie antérieure de la cavité viscérale. L'ouverture de la bouche doit son origine à une sorte de corrosion du feuillet séreux au niveau du point qui est circonscrit supérieurement par le bourgeon frontal, latéralement par les bourgeons des maxillaires supérieurs, inférieurement par ceux du maxillaire inférieur. Contrairement à ce qui se passe à l'autre extrémité du conduit digestif, l'imperforation de la bouche n'a jamais été observée, si ce n'est dans certains cas de cyclopie accompagnée d'absence complète de la cavité buccale. Une fois formée, la cavité buccale ne tarde pas à être divisée supérieurement en deux sillons par une cloison verticale qui provient des poutres du crâne; ces deux sillons se transforment ensuite en fosses nasales par l'apparition de la pièce palatine du maxillaire et celle du vomer.

Quant à la langue, elle naît sous forme d'un petit renflement conique situé au point de convergence des deux portions du premier arc viscéral.

Pour terminer ce qui concerne le développement de la bouche, il nous reste à dire quelques mots du développement des dents.

Les dents commencent à apparaître, vers la sixième semaine de la vie fœtale, dans une gouttière cartilagineuse qui surmonte le bord libre des deux mâchoires. Au fond de cette gouttière naissent, depuis la sixième semaine jusqu'à la dixième, vingt papilles qui sont séparées bientôt les unes des autres par des cloisons. Les bords de la gouttière primitive se rapprochent ensuite, et la transforment ainsi en compartiments clos de toute part, et appelés *follicules dentaires*. Exceptionnellement, des cloisons, en plus ou moins grand nombre, ne se produisent pas, et alors les papilles voisines peuvent se fusionner et donner naissance à des dents doubles, triples, etc. On a parlé de la soudure de toutes les dents d'une même mâchoire, mais ce fait est douteux

Quand les bords de la gouttière se rapprochent, il reste toutefois au-dessus de chacune des loges dentaires, une autre petite cavité, véritable sac de réserve dans lequel se développera une dent permanente. D'abord placé au-dessus du follicule, ce sac, par le fait du développement de la dent que celui-ci contient, est, dans la suite, transporté en arrière; de

plus, il s'attache, par sa pointe, à un filament qui s'étend jusqu'à la gencive, puis, pour les deux premières molaires de lait, jusqu'au périoste du

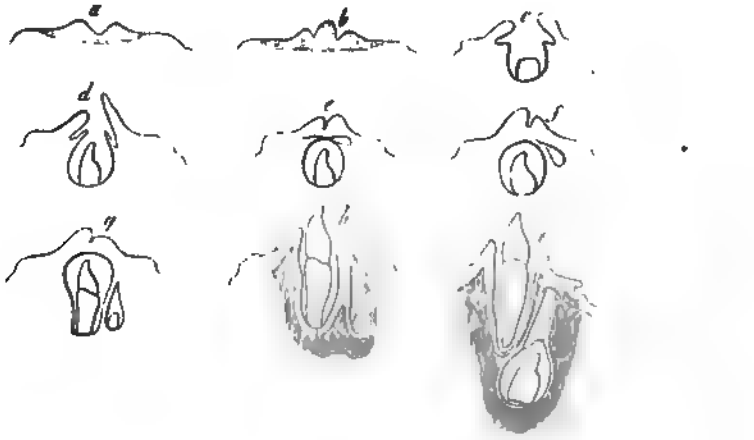


Fig. 88. — Développement des dents (*).

fond de l'alvéole. C'est à ce filament qu'on a donné le nom de *gubernaculum dentis*, parce qu'on pensait autrefois qu'il guidait la dent pendant son éruption.

C'est vers le septième mois de la vie fœtale que les premières dents de lait apparaissent aux dépens de papilles qui s'élèvent du fond des follicules. Celles-ci se couvrent d'abord d'une couche d'ivoire, puis consécutivement de l'émail et du cément. A mesure que la dent se développe, la papille se rapetisse, et quand la dent a acquis une certaine proportion, elle comprime de bas en haut la partie molle qui la recouvre, détermine sa résorption, et fait ensuite saillie à l'extérieur. En général, les dents n'apparaissent guère à l'extérieur que vers le sixième ou septième mois après la naissance ; cependant on en a vu apparaître le jour ou les jours qui ont suivi la naissance. Schenk, Haller, Frank, MM. Sappey, Thore, Guéniot, en ont cité des exemples. Dans les cas rapportés par ces auteurs, les dents se sont développées régulièrement, et ne sont tombées qu'à l'époque de la seconde dentition. Il ne faut pas confondre ces cas avec ceux où l'apparition anticipée des dents tient à une cause pathologique spéciale, telle que l'inflammation du follicule dentaire survenue pendant la vie fœtale ou peu après ; alors la chute de la dent se fait avant l'éruption des autres dents.

(*) Figure schématique montrant la manière dont se développe une dent de lait avec sa dent de remplacement d'après Broolur. — *a*, gouttière dentaire ; *b*, la même, munie d'une papille ; *c*, la même en train de se fermer, avec un indice de la cavité de réserve ; *d*, occlusion plus avancée encore ; *e*, sac dentaire et cavité de réserve ; *f*, la cavité de réserve gagne la face postérieure ; *g*, cette cavité tout à fait en arrière, avec un sac dentaire ; *h*, les alvéoles des deux sacs se forment, la dent de lait a percé ; *i*, la dent permanente se ferme, son sac dentaire, placé profondément, est muni d'un gubernaculum.

Les premières dents, ou dents de lait, sortent par groupes, de la façon suivante :

1er groupe, 2 incisives médianes inférieures, vers 8 mois.
2e — 2 incisives médianes supérieures, vers 10 mois.
3e — 2 incisives latérales supérieures, à 1 an à peu près.
4e — 2 incisives latérales inférieures et 4 premières molaires, de 16 à 18 mois.
5e — 4 canines, de 18 à 24 mois.
6e — 4 secondes et dernières molaires, de 30 à 36 mois.

Les dents permanentes qui succèdent aux dents de lait sont au nombre de trente-deux, et leur éruption se fait pour les vingt dents qui correspondent aux vingt préexistantes, par la résorption des cloisons qui les séparent des dents primitives. En même temps que les racines des dents de lait se résorbent, les racines des dents persistantes s'allongent et repoussent de plus en plus les couronnes des premières. Celles-ci finissent par tomber, laissant leur place aux autres. Cette éruption se fait dans l'ordre suivant :

Première grosse molaire.....	7 ans.
Incisives moyennes.....	8 ans.
Incisives latérales.....	9 ans.
Première petite molaire.....	10 ans.
Deuxième petite molaire	11 ans.
Canines.....	12 ans.
Deuxième grosse molaire.....	13 ans.
Dents de sagesse.....	18 à 25 ans et plus tard.

Tandis que les modifications que nous avons signalées il y a un instant se passent dans le premier arc viscéral et autour de lui, la première fente viscérale est le siége de phénomènes qui aboutissent à la formation de l'oreille externe, de la corde du tympan et de la trompe d'Eustache.

Le second arc viscéral remplit un rôle peu important. Il ne se produit pas de masses plastiques autour de lui, comme pour le premier. Toutefois son propre blastème concourt à la formation de l'étrier et de son muscle, de l'apophyse styloïde, du ligament stylo-hyoïdien; sa partie la plus antérieure, refoulée par la langue, qui est en train de se développer, se soude avec le troisième arc et constitue la petite corne de l'os hyoïde.

La seconde fente viscérale ne donne naissance à aucune partie permanente.

Le troisième arc viscéral concourt à la formation de l'épiglotte, du corps de l'hyoïde et des cornes postérieures de cet os ; quant à la troisième fente viscérale et au quatrième arc, la masse blastématique qui les constitue donne naissance à toutes les parties molles du cou, muscles, vaisseaux, nerfs.

Quelle doit être l'interprétation de ces arcs et de ces fentes ? La première opinion qui régna dans la science, fut que ces arcs étaient les représen-

tants des branchies chez les poissons. Cette opinion reposait sur l'idée que les embryons de tous les animaux vertébrés contenaient dans leur germe une même somme d'organes, qui d'ailleurs n'arrivent qu'à des degrés très-divers de développement. Ainsi les arcs branchiaux restant à leur premier degré chez les vertébrés supérieurs, ils n'y parvenaient jamais à la plénitude de leur développement et de leurs fonctions individuelles, et se métamorphosaient en d'autres formations subséquentes. Aujourd'hui on admet généralement que la formation des arcs branchiaux est une formation analogue à celle des côtes. L'analogie avec les côtes saute aux yeux, puisque, comme elles, les arcs branchiaux sont une émanation des protovertèbres crâniennes et vertébrales; de plus, ils entourent le cou et la face comme les côtes entourent la poitrine; seulement, tandis que le blastème costal se transforme complétement en os, une partie restreinte du blastème des arcs persiste à cet état. Le marteau, l'enclume, l'étrier, l'hyoïde et l'apophyse styloïde sont les seuls vestiges de cet appareil costiforme du cou et de la face de l'embryon. Quant aux autres os, maxillaires supérieurs, malaires, palatins, mâchoire inférieure, conduit auditif externe, trompe d'Eustache, etc., ils ne sont que des accessoires de cet appareil, dont les côtes proprement dites n'offrent, à la vérité, aucune trace.

DÉVELOPPEMENT DES EXTRÉMITÉS.

Les premières traces des extrémités sont visibles lorsque les rudiments de la colonne vertébrale, de la tête et du tronc, commencent à apparaître. D'abord elles sont représentées par deux languettes étroites qui s'élèvent le long des surfaces latérales de l'embryon. Dans ces languettes, on distingue bientôt une partie plus large et aplatie qui représente la main ou le pied futur, une autre partie plus ronde qui représente la jambe et la cuisse, l'avant-bras et le bras. Vers la cinquième, sixième semaine, on aperçoit à l'extrémité des membres quatre légères échancrures qui indiquent la séparation des doigts et des orteils; alors l'avant-bras et le bras ne sont pas encore distincts, tandis que les pièces destinées à unir le tronc avec les membres, clavicule, omoplate, bassin, commencent à se développer. Peu après on remarque une inflexion qui indique la séparation de l'avant-bras et du bras, de la jambe et de la cuisse.

Les vaisseaux et le sang sont les premières parties qu'on aperçoit dans les membres à cause de leur couleur rouge; viennent ensuite les parties cartilagineuses qui, au bout de peu de temps, représentent quant à leur forme, dans leur ensemble, l'aspect du squelette à venir. Les os naissent bientôt de ces parties cartilagineuses. L'ossification commence à des époques différentes dans les divers segments des extrémités. La clavicule est l'os qui s'ossifie le plus promptement, vers le trentième jour. Peu après l'omoplate commence à s'ossifier dans son milieu, l'humérus de même; le radius et le cubitus s'ossifient au troisième mois. Les os du carpe ne s'ossi-

fient qu'après la naissance. L'ossification des os du métacarpe précède celle des os du carpe; elle se fait vers le troisième mois de la vie intra-utérine, d'abord par les os qui correspondent à l'indicateur et au médius. Les phalanges des doigts commencent à s'ossifier vers la fin du troisième mois.

Les os pelviens proprement dits, ilion, ischion et pubis, proviennent d'un cartilage unique dans lequel se déposent des points d'ossification. L'ossification commence : pour l'ilion, du premier au quatrième mois; pour l'ischion, vers le cinquième mois; pour le pubis, entre le sixième et le septième mois. Le fémur s'ossifie vers le second mois; l'ossification fait des progrès rapides dans le corps, mais les extrémités sont entièrement cartilagineuses à la naissance. La rotule ne s'ossifie que de la première à la septième année. Le tibia et le péroné s'ossifient au commencement du troisième mois. Les os du tarse ne s'ossifient qu'après la naissance, à part l'astragale et le calcanéum. Les os du métatarse s'ossifient un peu plus tard que ceux du métacarpe, à la fin du troisième mois.

Les muscles apparaissent dans l'embryon humain, dans le cours du troisième mois. Ils sont alors gélatineux, pâles, transparents; à cette époque, on ne peut encore les distinguer de leurs tendons et leurs fibres ne sont perceptibles que quand on les traite par l'alcool. Au quatrième mois, ils sont épais, plus rougeâtres; les tendons sont alors visibles et se distinguent par leur consistance et leur aspect blanchâtre. Tous les muscles des membres n'apparaissent pas en même temps; ainsi on distingue ceux du bras et de la cuisse avant ceux de l'avant-bras et de la jambe.

Les anomalies que peuvent présenter les membres à la naissance sont assez variées. Tout d'abord les doigts et les orteils peuvent être augmentés ou diminués en nombre ; ils peuvent être soudés entre eux, ou unis par un pli cutané qui donne au pied ou à la main un aspect palmé; ils peuvent manquer complétement, ainsi qu'une partie des membres, ou être représentés seulement par des tubercules privés ou non de charpente osseuse. Au lieu du fusionnement des doigts, on peut rencontrer le fusionnement des membres; les membres inférieurs seuls sont atteints de ce vice de conformation (monstres syméliens), qui rappelle assez bien les monstres fabuleux désignés sous le nom de sirènes. Enfin, on trouve quelquefois un ou deux membres surnuméraires insérés, soit sur l'hypogastre, soit sur l'abdomen, sur le dos, la colonne vertébrale, la tête, ou même un autre membre. Les anomalies que nous venons de signaler se rattachent, ou à un arrêt de développement qui prive le squelette d'un certain nombre de ses os, ou à un excès de développement qui augmente le nombre de ses pièces, ou à des adhérences qui peuvent aller jusqu'au fusionnement, adhérences effectuées entre diverses parties du fœtus, sous l'influence d'une cause mécanique, alors que l'embryon est encore à l'état gélatineux ou muqueux, ou enfin à l'inclusion d'un fœtus dans un autre, le premier n'étant plus représenté que par des membres fixés sur le second.

DÉVELOPPEMENT DES ORGANES GÉNITO-URINAIRES.

Le développement des organes génitaux internes nous a déjà occupé (voy. page 167), toutefois, nous devons ici rappeler certains détails sans lesquels les phases évolutives de l'appareil urinaire et génital externe ne pourraient être compréhensibles.

Testicules et ovaires. — La formation de l'appareil génital interne est précédée par l'apparition de deux organes qui, malgré le rôle important qu'ils sont destinés à remplir, n'ont qu'une existence temporaire. Ces organes sont les corps de Wolff, appelés aussi corps d'Oken, faux reins, reins primordiaux (Jacobson), reins primitifs (Rathke). Ces corps, au nombre de deux, naissent peu de temps après l'apparition de l'intestin dans l'épaisseur du feuillet moyen du blastoderme (lame mésentérique) et de chaque côté de la colonne vertébrale; ils s'étendent, au début, depuis le cœur jusqu'à la partie postérieure de la cavité viscérale; plus tard, par le fait du développement du diaphragme, ils sont refoulés dans le ventre. Ces organes sont formés par une série de tubes qui s'enroulent sur eux-mêmes, et viennent se rendre à un conduit, lequel aboutit au pédicule de la vésicule allantoïde. Le conduit du corps de Wolff ne doit pas être confondu avec un filament d'une certaine importance, comme nous le verrons bientôt, qui l'accompagne dans toute son étendue jusqu'à la vésicule; ce filament, dont le mode de formation demeure encore inconnu, est appelé filament de Müller.

Quand les corps de Wolff sont formés, ils représentent de véritables glandes remplissant, au début de la vie embryonnaire, des fonctions analogues à celles que les reins, encore absents, rempliront plus tard. Le liquide qu'ils sécrètent possède à peu près la même composition que l'urine. Mais, avec l'apparition des testicules ou des ovaires, les corps de Wolff subissent d'importantes modifications. Chez l'homme, les tubes enroulés s'unissent pour la plupart avec le testicule et constituent l'épididyme, tandis que le tube du corps de Wolff devient le canal déférent; pendant ce temps, le filament de Müller s'atrophie, puis disparaît. Chez la femme, les phénomènes évolutifs de ces diverses parties sont différents, et ces différences comportent avec elles la distinction des sexes. L'ovaire naît, comme le testicule, au sein d'un blastème particulier, situé en dedans du corps de Wolff; au début, ce corps, ainsi que son conduit, ainsi que le filament de Müller, affectent avec l'ovaire les mêmes rapports qu'avec le testicule chez l'embryon mâle. Mais, tandis que chez l'embryon mâle le corps de Wolff s'unit avec le testicule, chez l'embryon femelle il demeure libre; tandis que chez le premier le filament de Müller s'atrophie et disparaît, chez le second il augmente de volume, se creuse d'une cavité et devient la trompe. Alors le corps de Wolff et son conduit n'ont plus aucun rôle à remplir chez l'embryon femelle, mais ils ne disparaissent pas pour cela, ils se retrou-

vent pendant toute la vie de la femme dans l'aileron postérieur des ligaments larges, et forment ce que l'on appelle le corps de Rosenmüller.

Reins. — Les reins sont représentés à leur origine par deux culs-de-sac appartenant à la paroi postérieure de l'allantoïde. Ces culs-de-sac, en s'allongeant, donnent naissance à l'uretère, et en se multipliant aux calices et aux canaux urinipares les plus volumineux; les canalicules les plus petits proviennent de bourgeons nés sur les extrémités libres des culs-de-sac. Les corpuscules de Malpighi paraissent au quatrième mois, en même temps que les canalicules sécréteurs, pleins jusqu'alors, se creusent d'une cavité. Vers la huitième semaine, la surface du rein, qui est demeurée lisse jusqu'à cette époque, prend une disposition lobulée qui persiste jusqu'à la naissance.

Vessie. — Nous avons vu que la vésicule allantoïde, née de très-bonne heure de la partie inférieure de l'intestin, sortait de l'embryon quand les lames viscérales se rapprochent de la ligne médiane et circonscrivent l'ombilic cutané. Cette vésicule, dans sa portion extra-fœtale, concourt à la formation des éléments du cordon avec les vaisseaux ombilicaux qu'elle supporte; dans sa portion intra-fœtale, elle s'atrophie et devient l'ouraque; la portion inférieure seule persiste et devient la vessie. Dans des cas exceptionnels, l'oblitération de l'ouraque ne se fait pas, et il existe alors à la naissance une fistule vésico-ombilicale par laquelle l'urine s'échappe.

A l'origine, la vésicule allantoïde communique en premier lieu par sa partie postérieure et inférieure avec le canal déférent qui, chez l'embryon mâle, présente près de son point d'insertion une dilatation latérale dont le calibre va en augmentant, en même temps qu'elle se replie sur elle-même (vésicules séminales); en second lieu, elle communique avec le filament de Müller, qui, chez l'embryon femelle, devient la trompe, tandis que dans l'autre sexe il s'atrophie; en troisième lieu, avec les uretères; enfin, en quatrième lieu, elle s'ouvre largement dans la partie inférieure de l'intestin, qui alors est imperforé, de telle sorte qu'il existe, à cette époque de la vie embryonnaire, à la partie postérieure de la cavité viscérale, un véritable cloaque, semblable à celui qui se voit d'une manière permanente chez un grand nombre d'animaux. On ne sait pas encore comment se ferme l'ouverture qui fait communiquer la portion persistante de l'allantoïde avec le canal intestinal; pour les uns, ce serait à la faveur de plis qui naîtraient du cloaque; pour les autres, les bords de l'orifice se raccourciraient insensiblement jusqu'à ce qu'ils arrivassent au contact, et alors ils se fusionneraient entre eux. Quoi qu'il en soit, quand cette réunion s'est effectuée, l'allantoïde se plisse dans sa partie inférieure et antérieure; ce pli, qui constituera le col de la vessie, divise ainsi l'allantoïde en deux parties, l'une plus grande, la vessie future, l'autre plus petite, terminée en avant en cul-de-sac, le *sinus uro-génital*. Ce dernier se trouve dès lors en communication, chez l'embryon mâle, avec le canal déférent qui, dans sa partie terminale, deviendra conduit éjaculateur. C'est aux dépens de ce sinus que se formeront, chez l'homme, la prostate et

la portion membraneuse, le reste du canal de l'urèthre étant une dépendance du feuillet blastodermique externe.

UTÉRUS, VAGIN.—Les auteurs s'accordent peu sur le mode de formation de ces organes. D'après Rathke et Bischoff, ils dériveraient du sinus uro-génital ; pour les former, celui-ci se diviserait, d'arrière en avant, en deux parties par un étranglement, de telle sorte que les oviductes, dans leur portion terminale, se sépareraient ainsi de la vessie, et le vagin serait constitué aux dépens du segment postérieur ou inférieur du sinus uro-génital ainsi cloisonné. Quant à la matrice, ces auteurs admettent que chez la femme et chez les animaux à matrice unique, elle résulte de l'épaississement des trompes à leurs extrémités, dans les points où celles-ci communiquent avec le sinus uro-génital. Chez les animaux à matrice double, les extrémités de la trompe deviendraient immédiatement les deux matrices, et leurs orifices dans le canal uro-génital représenteraient les orifices utérins.

Pour d'autres auteurs, tels que Serres, G. Saint-Hilaire, Mondini de Bologne, les organes génitaux internes seraient, dans l'origine, doubles et séparés; au bout d'un certain temps, ils se fusionneraient dans une certaine longueur. Dans cette opinion, les deux trompes ou oviductes s'accoleraient l'une à l'autre, à la façon de deux canons de fusil, à partir d'un point de leur trajet, celui qui correspond à l'origine du ligament rond (ligament de Hunter); la matrice et le vagin résulteraient de cet accolement ; doubles d'abord, ils deviendraient simples ensuite par la résorption de la cloison qui les divisait. Cette vue, qui n'était d'abord qu'une vue purement théorique, a été confirmée par les travaux de Leuckart et de Thiersch. Le premier a constaté à plusieurs reprises, sur des coupes transversales du canal sexuel de l'embryon de la femme, l'existence d'une cloison longitudinale. Le second a poursuivi, sur des embryons de mouton, la formation de l'utérus et du vagin ; il a pu s'assurer que ces organes naissent par deux canaux juxtaposés, lesquels ne sont rien autre chose que les canaux de Müller.

ORGANES GÉNITAUX EXTERNES : PÉNIS, CLITORIS, VULVE. — Les organes génitaux externes se développent après les organes génitaux internes, aux dépens du feuillet externe du blastoderme, ou mieux d'une couche de blastème qui s'accumule au-dessous de lui. C'est vers la cinquième, la sixième semaine qu'ils apparaissent chez l'embryon humain, affectant tout d'abord une forme qui ne permet pas de distinguer les sexes.

Dans les deux sexes, on voit apparaître, aux dépens du blastème sous-jacent au feuillet blastodermique, un premier bourgeon, au-dessous duquel se dessine une fente qui se produit à la fois de dehors en dedans et de dedans en dehors, par corrosion des parties qui séparent la face cutanée de l'embryon du sinus uro-génital et de l'extrémité antérieure de l'intestin. Plus tard, d'après M. Coste, se développeraient deux autres bourgeons, placés de chaque côté et un peu en avant de la saillie primitive, parfaitement séparés l'un de l'autre par la fente dont nous venons de parler. C'est aux dépens de ces derniers bourgeons que se développent

le pénis ou le clitoris. Peu après naissent deux corps sphéroïdaux au-dessous des bourgeons précédents; ces corps sont l'origine du scrotum ou des grandes lèvres.

Fig. 89 (*)

Chez l'embryon mâle, les deux éminences supérieures se réunissent bientôt par leur face supérieure seulement. Une gouttière longitudinale et médiane persiste sur leur face inférieure; en même temps se développe au dehors, aussi bien qu'en dedans, une cloison transversale qui représente le périnée, et sépare l'anus de la gouttière sous-pénienne. Cette séparation est déjà effectuée, chez l'embryon humain, du trente-cinquième au quarantième jour. Puis, vers le cinquantième ou le soixantième jour, la gouttière de la verge se transforme en canal, par rapprochement et fusionnement de ses bords. Ce canal se continue avec la partie antérieure du sinus uro-génital, devenu portion membraneuse et portion prostatique de l'urèthre. Enfin, les corps caverneux prennent plus de développement et tendent à remonter vers l'ombilic, en même temps que les deux scrotums, d'abord séparés, se rapprochent de plus en plus, jusqu'à ce qu'ils se fusionnent. La cloison du dartos et le raphé médian cutané sont les traces de cette fusion; ce raphé se continue avec le raphé du pénis, qui, lui aussi, est le vestige de la réunion effectuée entre les deux bords de la gouttière.

Chez l'embryon femelle se passent des phénomènes analogues : le bourgeon génital constitue le clitoris; seulement, les deux bords de la gouttière inférieure de ce bourgeon restent isolés et constituent les petites lèvres; de plus, les deux saillies inférieures qui, chez l'embryon mâle, concourent à la formation du scrotum, restent séparées au lieu de se réunir, et donnent ainsi naissance aux grandes lèvres.

L'hymen est un repli de formation secondaire; il apparaît environ au sixième mois. Quant à l'anus, il est, comme chez l'embryon mâle, le résultat de la séparation de la fente primitive par une cloison transversale qui représente le périnée.

La description que nous venons de faire du développement des organes génito-urinaires nous met à même de comprendre la plupart des vices de conformation qui peuvent les atteindre.

1° Que l'ouverture qui fait communiquer primitivement l'allantoïde et l'intestin ne se ferme pas, il existera une fistule vésico-rectale congénitale;

2° Si les parties molles qui, primitivement, séparent l'extrémité inférieure de l'intestin, terminée en cul-de-sac, de la surface extérieure de

(*) Développement des organes génitaux externes sur un embryon humain dont on ne peut pas encore distinguer positivement le sexe, *p*, corps caverneux (pénis ou clitoris, en dessous desquels se trouve une gouttière médiane aboutissant à l'orifice uro-génital, *b*, scrotums grandes lèvres), non encore réunis sur la ligne moyenne, *a*, anus (D'après M. Coste.)

l'embryon, ne sont pas résorbées ou sont résorbées incomplétement, il en résultera un diaphragme, qui pourra exister à différentes hauteurs et causera l'imperforation du rectum ou de l'anus;

3° Si la cloison qui sépare le vagin de l'extérieur ne se résorbe pas, ou se résorbe incomplétement, il en résultera une oblitération complète ou incomplète du vagin;

4° Si maintenant les oviductes, au lieu de se réunir, restent séparés l'un de l'autre dans la portion qui doit concourir à la formation de la matrice, il en résultera l'utérus *duplex* ou *didelphis;*

5° Si la réunion ne commence qu'en un point situé à une certaine distance au-dessous du ligament de Hunter, il en résultera l'utérus *bicornis;*

6° Si les conduits de Müller, qui doivent former les trompes, l'utérus, le vagin, restent stationnaires dans leur développement ou s'atrophient, il en résultera une absence complète de ces organes;

7° Si les conduits de Müller s'atrophient seulement dans la partie qui correspond au développement de l'utérus, les autres parties suivant leur évolution normale, il y aura absence de l'utérus, l'utérus *deficiens;*

8° Si un seul filament de Müller persiste, l'autre s'atrophiant, une moitié seulement d'utérus, de vagin, de trompe, se développera, et l'on aura l'utérus *unicornis;*

9° Si le fusionnement des deux conduits de Müller ne s'effectue pas dans le lieu qui correspond à la matrice, on aura l'utérus *bilocularis, bipartitus;*

10° Si la partie inférieure, seulement, de la cloison de la matrice se résorbe, la partie supérieure persistant, on aura supérieurement deux cavités utérines, inférieurement une seule; c'est l'utérus *subseptus, semi-partitus;*

11° Si maintenant, chez l'homme, la gouttière sous-pénienne ne se ferme pas ou se ferme incomplétement, l'ouverture externe du canal de l'urèthre pourra exister dans des points très-variables au-dessous du pénis et au devant du périnée; c'est ce vice de conformation qui constitue l'*hypospadias*. Dans les cas où la gouttière persistera au niveau du scrotum, les deux parties qui représentaient primitivement celui-ci resteront séparées l'une de l'autre, disposition qui rappelle exactement celle de l'état embryonnaire;

12° Si les deux éminences qui constitueront le corps du pénis, au lieu de se souder en haut, se soudent en bas, elles intercepteront entre elles une gouttière qui, par exception, sera superposée aux corps caverneux. Et si les bords de cette gouttière ne se réunissent pas, il en résultera le vice de conformation connu sous le nom d'*épispadias*, vice de conformation qui est, dans la généralité des cas, accompagné de l'absence de la paroi antérieure de la vessie et de son col (exstrophie de vessie).

13° Il peut se faire enfin que, par suite d'une déviation dans la marche du travail embryonnaire, les organes génitaux soient, d'un côté, complétement ou incomplétement mâles ou femelles; de là l'*hermaphrodisme*, qui se présente sous trois formes principales.

A. L'hermaphrodisme est dit *latéral*, quand les organes de la génération sont mâles d'un côté, femelles de l'autre. Ainsi, d'un côté, existent un ovaire, une trompe, un utérus, un vagin; de l'autre, un testicule, un canal déférent, un pénis.

B. L'hermaphrodisme est dit *vertical* ou *double* quand, d'un côté, il s'est formé un organe mâle et un organe femelle. Ainsi, par exemple, existent d'un même côté un testicule, une trompe, une matrice.

C. Enfin, l'hermaphrodisme est dit *transverse*, quand les organes génitaux externes sont ceux de la femme, les internes, ceux de l'homme; ainsi, par exemple, on trouve à l'extérieur un vagin et une vulve, à l'intérieur, des canaux déférents, des testicules restés dans l'abdomen ou descendus dans les grandes lèvres. (Voyez, pour les détails: *Des vices de conformation de l'urèthre chez l'homme et des moyens d'y remédier*, par F. Guyon; — *Des vices de conformation de l'utérus et des moyens d'y remédier*, par L. Le Fort, thèses d'agrégation, 1863.)

DÉVELOPPEMENT DU TUBE INTESTINAL ET DE SES ANNEXES.

L'intestin commence à se dessiner dès que l'embryon se creuse en nacelle, et que les feuillets moyen et interne passent encore presqu'à plat au-dessous de lui. Alors, il est représenté par une gouttière dont les bords et les extrémités tendent à se fermer au fur et à mesure que les lames ventrales convergent vers l'ombilic futur. Toutefois, la clôture de ce tube n'arrive à être complète qu'au bout d'un certain temps, celui-ci restant en communication avec la vésicule ombilicale jusqu'à la disparition de cette vésicule (voy. p. 322). En avant et en arrière, le tube intestinal se termine en cul-de-sac; le cul-de-sac antérieur, appelé cavité céphalo-intestinale ou intestin antérieur, concourra à la formation du pharynx et de l'œsophage; le cul-de-sac postérieur, appelé cavité pelvi-intestinale ou intestin postérieur, concourra à la formation de la partie inférieure, c'est-à-dire du rectum, la partie moyenne sera l'origine du reste de l'intestin.

En raison même de la continuité de l'intestin avec la vésicule ombilicale, dans les premiers instants de la vie embryonnaire, il résulte que l'intestin, dès qu'il est devenu tubuleux, forme, à sa partie moyenne, une anse à convexité postérieure, et dont le sommet correspond à l'ombilic. Quand la vésicule ombilicale disparaît, l'intestin, alors, devient libre, et l'on ne retrouve plus à sa surface aucune trace de sa communication première avec la vésicule. Ni le cæcum, ni l'appendice iléo-cæcal ne sont les vestiges de cette communication, comme quelques auteurs l'ont pensé, car ces parties existent déjà quand l'anse intestinale est encore fixée à l'ombilic par le pédicule de la vésicule ombilicale.

Dans les cas exceptionnels, la vésicule ombilicale persiste dans une certaine étendue, et alors, une partie de l'intestin, quelquefois même d'autres viscères, tels que l'estomac, la rate, se trouvent contenus dans

une poche plus ou moins vaste faisant saillie dans la région ombilicale. C'est à cette sorte de hernie que l'on a donné le nom d'*éventration ombilicale* proprement dite (congénitale), qu'il ne faut confondre ni avec les éventrations de la ligne blanche, résultat d'une hydropisie intra-utérine ou de la mauvaise position du fœtus dans le sein de la mère, ni avec les éventrations congénitales dites latérales qui résultent de la rupture des parois abdominales. La description suivante, empruntée à M. Houel, montre bien que l'éventration congénitale n'est due, ni comme le pensait Richter, à l'absence d'une plus ou moins grande partie des muscles abdominaux, ni comme le pensait Scarpa, à une imperfection dans le développement des muscles de l'abdomen, ni comme le pense M. Cruveilhier, à une position vicieuse du fœtus jointe à la rétraction de la paroi abdominale : « C'est, dit M. Houel, au niveau de l'anneau même que siége la hernie, qui se présente sous forme de tumeur arrondie, à pédicule plus ou moins large; elle est renfermée dans la base élargie du cordon. Les parois de cette hernie sont minces, transparentes, et laissent souvent voir l'intestin qu'elles renferment. On y distingue deux feuillets, l'un extérieur, mince, se continue avec l'épiderme et n'est autre chose que le feuillet séreux du blastoderme; le feuillet interne se continue à la fois avec le péritoine et les muscles de la paroi abdominale, c'est le feuillet muqueux blastodermique; entre ces deux feuillets existe la substance de Wharton et les vaisseaux ombilicaux, qui sont quelquefois étalés et d'autres fois réunis. L'implantation du cordon n'est jamais centrale sur la tumeur herniaire; elle est toujours périphérique, et c'est principalement du côté gauche qu'on la trouve et près de la base. »

L'intestin antérieur appelé aussi oral ne fait pas partie de l'anse primitive et regarde en avant; il demeure, se développant, presque droit dans toute son étendue. Cette partie de l'intestin sert à constituer, d'une part, le pharynx qui communique avec la bouche après la résorption de la paroi qui ferme l'intestin en avant, d'autre part, elle sert à constituer l'œsophage, l'estomac et le duodénum.

Quant à la partie moyenne, après qu'elle a pris la forme d'anse, sa portion supérieure qui constituera le jéjunum et l'iléon ne tarde pas à présenter des circonvolutions dont le nombre va en augmentant. La partie inférieure qui constituera le cæcum et le côlon croissant bien moins que la partie supérieure, reste dépourvue de ces replis; de plus, quand la partie supérieure commence à se circonvolutionner, toutes deux exécutent une demi-torsion l'une sur l'autre, de manière que l'inférieure ou le gros intestin arrive à se placer en haut et en avant, l'inférieure ou l'intestin grêle en bas et en arrière.

L'intestin postérieur ou anal, qui représente le rectum futur, est celui qui se développe en dernier lieu. Il se termine d'abord en cul-de-sac, à une petite distance duquel naît, comme nous l'avons vu, la vésicule allantoïde. Nous avons vu aussi qu'à cette époque il était séparé de l'extérieur par une couche de substance organique qui, dans la suite, est

résorbée. Cet intestin est et demeure rectiligne, comme la partie de l'intestin moyen à laquelle il fait suite.

Le canal intestinal, si complexe qu'il doive être plus tard, résulte primitivement des deux feuillets les plus internes de l'œuf, le feuillet intestino-glandulaire, qui concourt à la formation de sa tunique épithéliale et de ses glandes, le feuillet germinatif, qui, par sa lame fibro-intestinale, concourt à la formation de la tunique fibreuse et musculaire, et, par sa lame mésentérique, à la formation de sa tunique séreuse et du mésentère.

Les glandes de l'estomac tirent leur origine de bourgeons pleins développés vers la septième ou la huitième semaine aux dépens du feuillet intestino-glandulaire. Ce n'est qu'au bout de la douzième ou de la treizième semaine que ces bourgeons se creusent d'une cavité.

Les glandes de l'intestin grêle, dites de Lieberkühn, seraient à leur début, d'après Kölliker, des culs-de-sac de l'épithélium et non des bourgeons pleins. Les villosités ne se forment que vers le troisième mois. Les glandes duodénales, appelées glandes de Brunner, les glandes de Peyer, les follicules clos, naissent plus tard encore. Les premières apparaissent vers le cinquième mois, les secondes vers le sixième, les troisièmes vers le septième.

Développement du foie. — Le foie naît par deux culs-de-sac formés aux dépens du feuillet intestino-glandulaire et de la lame fibro-intestinale. Les cellules de la couche épithéliale augmentent rapidement en nombre, et forment des espèces de bourgeons pleins qui plongent dans la couche externe, ce sont là les cylindres hépatiques de Remak, qui, en même temps qu'ils prennent de l'accroissement, se ramifient et s'anastomosent entre eux. On ne sait pas encore comment se forment les cellules hépatiques. Quant aux canaux biliaires, ils sont vraisemblablement des canaux secondaires, nés des cylindres hépatiques primitivement pleins.

La vésicule biliaire, d'après Remak, est, dans l'origine, une excroissance solide de l'un des conduits hépatiques, excroissance qui devient creuse dans la suite, et grossit rapidement. La vésicule apparaît au deuxième mois, au troisième la bile est déjà versée dans l'intestin.

Le foie se développe de très-bonne heure. Déjà, vers la cinquante-sixième ou la cinquante-huitième heure, chez le poulet, on peut reconnaître les culs-de-sac d'où il dérive; au troisième mois, il remplit presque totalement la cavité abdominale. Dans la seconde moitié de la grossesse, son développement se ralentit, de plus le lobe gauche reste plus petit que le lobe droit; cependant, à la naissance, le foie est encore relativement plus volumineux que chez l'adulte.

Développement du pancréas. — Le pancréas se développe aux dépens d'un bourgeon épithélial solide, né de l'intestin, et qui se creuse consécutivement d'une cavité. A la fin du deuxième mois, la glande est toute formée, on ne sait pas encore comment se fait l'union du canal excréteur avec le canal cholédoque.

Développement du poumon, de la trachée, du larynx. — Le poumon

naît, comme les glandes annexes de l'intestin, aux dépens de deux bourgeons qui dérivent du feuillet épithélial et de la lame fibro-intestinale de l'intestin dans sa partie antérieure. Ces excroissances ne tardent pas à se creuser et à se trouver en communication avec un conduit qui leur est commun, la trachée-artère. Plus tard, de nouveaux bourgeons naissent au-dessus des précédents, et donnent naissance aux ramifications bronchiques, dont les extrémités s'élargissent vers le sixième mois (cellules pulmonaires).

Fig. 90. — Arcs viscéraux, poumons, estomac, foie (*).

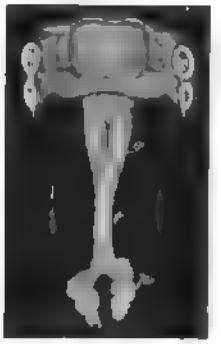


Fig. 91. — Hyoïde, poumons (**).

Le larynx se développe sur le trajet de la trachée-artère et débute par deux renflements laissant entre eux une fente linéaire, ces renflements sont les rudiments des cartilages aryténoïdes. Ce n'est que plus tard qu'on aperçoit les cartilages cricoïdes et thyroïdes ; ceux-ci naissent par deux moitiés latérales qui se réunissent vers le sixième mois. L'épiglotte se produit en dernier lieu.

DÉVELOPPEMENT DE L'APPAREIL CIRCULATOIRE.

Les premiers vestiges de l'appareil circulatoire apparaissent dans cette partie du feuillet intermédiaire ou germinatif, que nous connaissons sous le nom de lame mésentérique. Le cœur est le premier organe qui se forme ; il se développe dans la région antérieure de la cavité viscérale (*fovea cardiaca*), au-dessous des vésicules cérébrales, alors en voie de développement. Cet organe est représenté tout d'abord par un cylindre oblong, plein, et non canaliculé, terminé à chacune de ses extrémités par deux branches ; les deux branches postérieures correspondent à la ter-

(*) Appareil des arcs viscéraux et des fentes viscérales, chez un embryon de trente-cinq jours environ, d'après Coste. La cavité du pharynx est ouverte et laisse voir sa face interne. — *m*, mâchoire inférieure, *h*, petites cornes de l'hyoïde, *b*, arcs viscéraux inférieurs ; *g*, glotte ; *p*, poumon, *f*, foie, *e*, estomac ; *i*, intestin.

(**) Développement de la langue, de l'hyoïde, de la glotte, de la trachée et des poumons sur un embryon humain âgé de quarante jours environ, d'après Coste. — *m*, mâchoire inférieure ; *h*, hyoïde ; *g*, glotte ; *t*, trachée ; *p*, poumons.

minaison des veines omphalo-mésentériques futures, les deux branches antérieures à l'origine des arcs aortiques. Bientôt le cœur se creuse d'une cavité, en même temps qu'il prend la forme d'un S. C'est alors seulement qu'il se contracte rhythmiquement, et imprime à son contenu un mouvement oscillatoire. Pendant que ces phénomènes se passent du côté du cœur, dans le reste du feuillet se développent sur place des vaisseaux en quantité considérable, qui ne tardent pas à s'anastomoser entre eux. Leur limite, toutefois, ne s'étend, au début, qu'à une petite distance au delà de la tache germinative (*area vasculosa*); ce réseau vasculaire aboutit à un

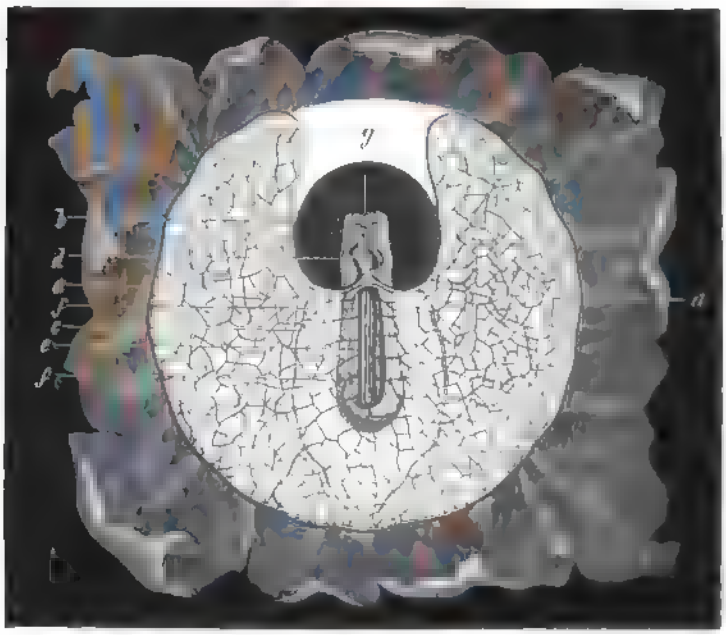


FIG. 92. — Area vasculosa (*).

vaisseau volumineux, placé à la périphérie de l'*area vasculosa*, et appelé sinus terminal ou veine terminale. Celui-ci se jette dans la veine omphalo-mésentérique, à une petite distance du cœur.

Du côté antérieur de cet organe se développent deux arcs, dits *aortiques*. Ces arcs aortiques, appelés aussi artères vertébrales antérieures, se recourbent au-dessous de la base future du crâne, et se réunissent en un seul tronc au niveau de la partie antérieure de la colonne vertébrale. Ce tronc, qui est très-court, se divise lui-même en deux branches appelées

(*) *a*, *b*, sinus terminal; *c*, veine omphalo-mésentérique; *d*, cœur contourné en spirale; on y distingue les trois renflements qui constitueront les ventricules, les oreillettes, le bulbe de l'aorte; *e*, *f*, artères vertébrales postérieures qui envoient des branches à l'area vasculosa, et communiquent avec les veines omphalo-mésentériques. (D'après Bischoff.)

artères vertébrales postérieures. Celles-ci longent la colonne, et fournissent dans leur trajet des vaisseaux qui se rendent dans la vésicule blastoder-

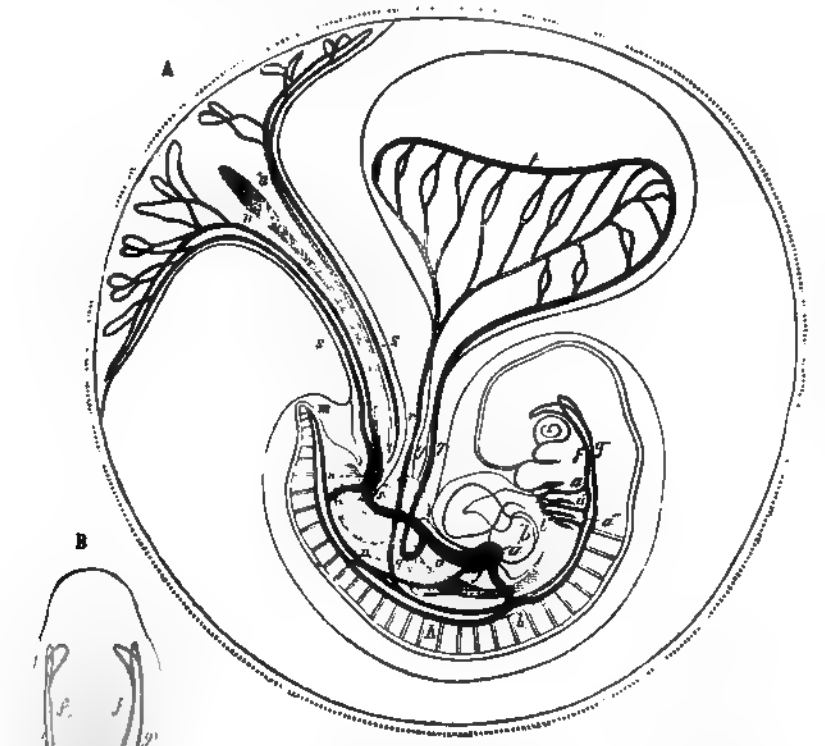


Fig. 93. — Figures schématiques représentant la circulation générale de l'embryon dans le premier mois du développement, d'après M. Coste (*).

(*) Fig. A. — Embryon et ses annexes, vus de profil et par le côté droit. — *a*, confluent où se rendent en commun toutes les veines qui apportent le sang au cœur; *b*, oreillettes du cœur; *a*, *a'*, *a''*, artères branchiales du côté droit, émanant de l'extrémité du bulbe de l'aorte; *f*, tronc artériel représentant l'artère vertébrale antérieure; *g*, tronc veineux représentant la veine cardinale; *h*, confluent commun des veines cardinales; *j*, veine cave inférieure; *k*, veine cardinale inférieure; *m*, point d'anastomose des veines cardinales avec l'aorte descendante; *n*, aorte descendante; *n*, *n'*, artères ombilicales fournies par l'aorte descendante; *p*, veine omphalo-mésentérique se continuant avec l'artère du même nom; *q*, portion de la veine omphalo-mésentérique qui persistera sous le nom de veine porte abdominale; *r*, artère omphalo-mésentérique se distribuant aux parois de la vésicule ombilicale; *s*, veine ombilicale se rendant du placenta au cœur en traversant le foie; *t*, vésicule ombilicale; *y*, pédicule de la veine ombilicale. Les deux cercles périphériques représentent, le plus externe, le feuillet externe du blastoderme; le plus interne, le chorion.

Fig. B. — Même figure vue de face, moins les annexes. — *a*, confluent de toutes les veines; *b*, *b'*, oreillettes droite et gauche; *c*, *c'*, ventricules droits et gauches; *e*, *i*, arcs aortiques; *f*, *f*, artères vertébrales antérieures droites et gauches; *g*, *g'*, veines cardinales droite et gauche; *h*, *h'*, confluents droit et gauche des veines cardinales supérieures et inférieures, *v*, veine cave inférieure; *k*, veine cardinale inférieure, double et symétrique; *b*, point où la veine cave inférieure s'anastomose avec les cardinales; *m*, anastomose de l'aorte descendante avec les cardinales et la veine cave inférieure réunies; *n n'*, origine des artères ombilicales sur le trajet de l'aorte descendante; *p p'*, artères pulmonaires à leur origine; *q*, veine omphalo-mésentérique destinée à devenir tronc de la veine porte; *r*, artère omphalo-mésentérique; *s s'*, veines ombilicales droite et gauche; la gauche seule doit persister; *t*, point où les deux vertébrales antérieures se réunissent pour constituer une aorte unique.

mique interne, et s'y ramifient en s'anastomosant avec le sinus terminal et les capillaires qui y aboutissent. Parmi ces vaisseaux, nés des vertébrales, on en distingue deux remarquables par leur volume qui, au bout de peu de temps, dépassent même celui qui leur donne origine, ce sont les artères omphalo-mésentériques destinées à l'intestin et à la vésicule ombilicale; ces artères se continuent avec les veines omphalo-mésentériques par des vaisseaux capillaires intermédiaires. Le sang est formé à cet instant, et le cœur se trouve sur le trajet d'un cercle circulatoire complet. Le sang, chassé de cet organe, passe dans les arcs aortiques, de là dans la vésicule ombilicale et l'intestin, puis dans le sinus terminal de l'area vasculosa et dans les veines omphalo-mésentériques qui le ramènent à son point de départ. Cette *première circulation* n'a chez l'homme que peu de durée; apparue vers le quinzième jour environ, elle a cessé d'être vers la cinquième semaine.

Pendant que la circulation ombilicale se développe, le cœur, les artères, les veines, continuent à faire des progrès. Le canal cardiaque se métamorphose en un organe composé d'abord de trois cavités, l'oreillette, le ventricule, le bulbe aortique ; ces cavités se divisent elles-mêmes chacune en deux autres, par la formation dans chacune d'elles d'une cloison; de plus, le bulbe aortique donne naissance à une série d'arcs qui conduisent le sang dans les diverses parties de l'embryon, et ce liquide est ramené au cœur par des vaisseaux nouveaux, les veines caves supérieures et inférieures. Des deux veines omphalo-mésentériques, l'une disparaît, celle qui reste n'est plus qu'une branche de la veine cave inférieure, et quand le foie est apparu, la veine omphalo-mésentérique subsistante traverse celui-ci et devient, en se ramifiant dans son intérieur, la veine porte, qui communique avec la veine cave inférieure par plusieurs conduits, les veines sus-hépatiques.

Pendant que tous ces changements se sont opérés, la vésicule allantoïde s'est développée, et, avec elle, une circulation nouvelle dite *deuxième circulation*. Deux artères, les artères ombilicales provenant des deux branches de bifurcation de l'aorte, se sont étalées à la surface de cette vésicule, et ont pénétré par leurs plus fines ramifications dans les villosités choriales; deux veines faisant suite aux artères s'échappent de cette vésicule, l'une d'elles s'est atrophiée au bout de peu de temps, l'autre s'est ramifiée dans le foie et s'est anastomosée avec les branches de la veine porte. De telle sorte que, dans les premiers temps, tout le sang de cette veine traverse le foie. Mais lorsque la veine cave s'est développée, la veine ombilicale s'est anastomosée avec elle, au moyen d'un canal placé au-dessous du foie (canal veineux d'Aranzi). Ce canal, une fois formé, se dilate de plus en plus et est parcouru par une quantité de sang de plus en plus grande, jusqu'à la naissance; après la naissance, il s'oblitère et se transforme en un cordon fibreux, en même temps que les parois de la portion extra-hépatique de la veine ombilicale s'adossent à elles-mêmes, sans adhérer entre elles (Ch. Robin).

Examinons maintenant avec plus de détails les principales modifications apparues pour l'établissement de la circulation, dans le cœur, dans les gros troncs artériels et les gros troncs veineux.

Cœur. — Nous avons vu que le cœur était représenté au début par un corps cylindrique et droit, qui prenait ensuite la forme d'une *S* italique. En même temps qu'il prend cette forme, il se tord sur lui-même et se dilate en trois points. La première dilatation, celle qui est placée inférieurement, l'embryon étant supposé dans un plan vertical, se transforme en sac veineux ou oreillette; la seconde, celle qui est au milieu, en ventricule, et la troisième, la plus supérieure, en bulbe de l'aorte. Chaque dilatation est séparée par un rétrécissement : le rétrécissement qui existe entre l'oreillette et le ventricule a été appelé *rétrécissement auriculaire*, celui qui existe entre le ventricule et le bulbe de l'aorte, *détroit de Haller*. Bientôt sur l'oreillette, deux saillies en forme de poches apparaissent, ce sont les auricules; puis une cloison se montre sur la face antérieure, et progresse d'avant en arrière. Cette cloison divisera bientôt l'oreille en deux parties. Le bord postérieur de cette cloison qui, d'abord, est libre, se trouve en face d'un orifice qui est commun à la veine cave supérieure et inférieure. Quand l'oreillette prend plus de développement, le tronc commun de ces vaisseaux est attiré par les parois du sac, et concourt à l'ampliation de l'oreillette droite, l'éperon qui les sépare, et une partie des parois qui lui font suite, s'étalent de même; si bien que, par ce mécanisme, les deux veines caves, au bout d'un certain temps, sont placées à distance l'une de l'autre.

Alors s'élèvent de la veine cave inférieure deux valvules, l'une part de son bord antéro-inférieur, l'autre de son bord postéro-supérieur. La première, la valvule d'Eustachi, conduit le sang de la veine cave inférieure dans l'oreillette droite, la seconde tend à compléter la cloison, qui part de la paroi antérieure de l'oreillette; elle se rapproche de celle-ci de plus en plus, laissant cependant toujours, pendant la vie embryonnaire, un certain intervalle, un trou, dit *trou de Botal*. Ce n'est qu'après la naissance, que les bords de ces prolongements se rejoignent, du premier au quinzième jour, et que cesse toute communication entre l'oreillette droite et l'oreillette gauche.

La séparation des ventricules a lieu plus tôt que la séparation des oreillettes, elle se fait par le développement d'une cloison qui progresse insensiblement, tant vers le bulbe de l'aorte que vers l'oreillette. Pendant la production de cette cloison, le canal auriculaire et le détroit de Haller se réduisent dans leur longueur, si bien que les divers segments du cœur se rapprochent et s'accolent l'un à l'autre.

Le troisième renflement ou bulbe se métamorphose rapidement en aorte, et pour cela, il se tord en spirale, après quoi, il naît dans son milieu une cloison qui la partage en deux conduits tordus sur eux-mêmes. L'un communique avec la portion ventriculaire droite, l'autre avec la portion ventriculaire gauche.

Pendant que toutes ces métamorphoses s'effectuent, le cou et la poitrine, qui n'existaient pas à proprement parler au début, se développent, d'où il résulte que le cœur, primitivement placé au-dessous des vésicules cérébrales, s'en éloigne insensiblement sans changer pour cela de place, et vient ainsi occuper le thorax.

Au développement du cœur se rattachent de nombreux vices de conformation, qui, pour la plupart du moins, sont dus à un arrêt de développement. Les anomalies du cœur peuvent se diviser en quatre classes : 1° anomalies relatives au nombre ; 2° anomalies de situation et de direction ; 3° anomalies de conformation n'entraînant pas le mélange du sang artériel avec le sang veineux ; 4° anomalies de conformation permettant le mélange du sang veineux avec le sang artériel (Ph. Bérard).

1° *Anomalies relatives au nombre.* — Des sujets sont nés quelquefois privés de cœur ; cette disposition se rencontre habituellement chez des monstres acéphales ; mais on peut la rencontrer sur des fœtus dont la tête est normalement développée (Marrigues, Brodie, Lawrence).

Sauf les cas de fusion incomplète de deux organismes en un seul, il est extrêmement rare de rencontrer deux cœurs parfaitement conformés sur un même individu.

2° *Anomalies de direction et de situation.* — Chez les sujets qui ont une transposition des viscères, la pointe du cœur, au lieu d'être à gauche, est tournée à droite ; très-rarement le cœur est placé verticalement ; cette anomalie est même mise en doute.

Le cœur peut ne point occuper sa situation habituelle, et, tantôt, le cœur déplacé peut être resté au niveau de la poitrine, tantôt il est situé au voisinage de la tête ; d'autres fois, on le trouve dans la cavité abdominale. Ces anomalies constituent ce que l'on appelle les ectopies du cœur, divisées en ectopies thoraciques, céphaliques, abdominales (Breschet).

a. On a vu le cœur faire hernie à travers l'espace compris entre la partie droite et gauche du sternum divisé sur la ligne médiane (Vaubonnais, Buttner, Breschet, Martinez, Sandifort, Robinson). Les faits de ce genre ont permis d'étudier à l'œil nu, avec plus ou moins de fruit, les mouvements du cœur dans l'espèce humaine, mais seulement pendant quelques heures ou quelques jours, car cette difformité entraîne avec elle l'inviabilité.

b. On a vu le cœur placé dans l'intervalle des branches de la mâchoire et adhérent à la langue, ou attaché par sa pointe à la voûte palatine, on l'a même vu fixé au placenta d'une part, et de l'autre à la partie antérieure de la tête (Breschet, Béclard, Bonfils, de Nancy). Dans tous ce cas, il existait d'autres vices de conformation.

c. Quand le cœur a été trouvé dans l'abdomen, tantôt le diaphragme était régulièrement conformé, perforé seulement pour donner passage aux gros vaisseaux du cœur (Ramel, Deschamps). Cette variété d'ectopie permet l'exercice régulier des fonctions. D'autres fois, les parois abdominales étaient incomplétement développées, et dans ce cas, le cœur pen-

dait à nu avec les autres viscères dans les cavités péritonéales. Cette anomalie, contrairement à la précédente, ne paraît pas pouvoir être compatible avec la vie, d'après les observations recueillies jusqu'ici.

3° *Anomalies de conformation n'entraînant pas le mélange des deux sangs.* — Parmi ces anomalies, il faut comprendre la bifurcation du cœur à sa pointe, et la tendance à l'augmentation dans le nombre de ses cavités; ainsi on a vu un sujet présenter trois oreillettes (Andral), un autre deux ventricules (Kerkring).

4° *Anomalies de conformation permettant le mélange des deux sangs.* — Les vices de conformation qui, après la naissance, permettent le mélange du sang artériel avec le sang veineux, offrent beaucoup plus d'intérêt que les précédents. Le degré le plus marqué de ce vice de conformation se rencontre dans les cas excessivement rares où le cœur est réduit à une seule cavité, dans laquelle s'ouvrent à la fois les principaux troncs artériels et veineux (Meckel).

On a vu plusieurs fois, dans l'espèce humaine, le cœur composé de deux cavités, l'une auriculaire, recevant à la fois les veines du corps et celles du poumon, l'autre, ventriculaire, donnant naissance à l'aorte et à l'artère pulmonaire. En général une valvule à plusieurs divisions sépare ces deux cavités l'une de l'autre (Wilson, Standen, Farre, Mayer, Ramsbotham, Mauron, Breschet, Thore). Ce vice de conformation, qui rappelle la disposition du cœur des batraciens, ne cause pas nécessairement la mort aussitôt la naissance; mais en général la vie ne dure que quelques jours, au maximum quelques mois.

On trouve quelquefois deux oreillettes en communication avec un seul ventricule (Wolff, Farre, Breschet, Wittche). Cette difformité, qui rappelle le cœur des chéloniens, n'est pas incompatible avec la vie.

Les cas les plus communs sont ceux où le cœur est pourvu de ses quatre cavités, mais les cloisons interauriculaire ou interventriculaire, ou encore les deux à la fois, restées à l'état d'imperfection, n'isolent pas complétement les circulations à sang rouge et à sang noir. Quand les oreillettes communiquent entre elles, c'est ordinairement par défaut d'occlusion du trou de Botal. L'ouverture de communication peut être large ou très-étroite; le trajet est, en général, direct dans le premier cas, oblique dans le second. On a vu la communication plus libre encore quand la cloison auriculaire était réduite à quelques bandes charnues étendues d'une paroi à l'autre du sac commun aux deux oreillettes. Quand les deux ventricules communiquent l'un avec l'autre par une ouverture plus ou moins large, celle-ci se voit généralement à la base de la cloison; elle aboutit sous les valvules sigmoïdes, rarement sous la valvule mitrale. Souvent, ce vice de conformation coïncide avec la persistance du trou de Botal ou avec la persistance du canal artériel.

Signalons enfin, comme cause du mélange des deux sangs, les cas où l'oreillette droite s'ouvre dans le ventricule gauche, où l'aorte ou bien l'artère pulmonaire naissent à la fois des deux ventricules, ceux où l'aorte

naît du ventricule droit, tandis que l'artère pulmonaire naît du ventricule gauche, ceux où l'aorte et l'artère pulmonaire proviennent du même ventricule, ceux enfin où il existe une double artère pulmonaire, l'une se rendant au poumon, l'autre allant se perdre dans l'aorte.

La plupart de ces cas de communication entre le sang artériel et le sang veineux s'accompagnent d'une coloration bleuâtre, violacée des téguments, coloration que l'on a appelée *cyanose*. A ce symptôme s'ajoutent des troubles divers de la circulation, de la respiration, de la nutrition, troubles qui peuvent mettre la vie de ces sujets en danger d'un moment à l'autre. Il faut dire, toutefois, que la persistance du trou de Botal peut n'entraîner avec elle aucun accident sérieux, c'est quand sa direction est oblique; alors, les deux parois qui le limitent s'appliquent l'une sur l'autre, dès que le sang afflue dans les deux oreillettes en même temps, et leur adaptation est, en général, suffisante pour que ce liquide ne passe pas d'une cavité auriculaire à l'autre.

Artères. — Nous avons vu que le canal cardiaque se terminait en avant par deux branches qui se développent en deux arcs vasculaires, lesquels se réunissent au devant de la colonne vertébrale. Cette paire d'arcs est bientôt suivie d'avant en arrière de l'apparition d'une série d'autres qui, nés du bulbe, communiquent avec la première en contournant de chaque côté la cavité pharyngienne (voy. fig. 93). Ces arcs sont en nombre variable chez les animaux, mais on n'en aperçoit jamais plus de trois ou quatre de chaque côté. Au fur et à mesure qu'un ou plusieurs se forment, un ou plusieurs disparaissent. D'après de Baer, chez les mammifères, il reste en dernier lieu trois arcs aortiques; les deux premiers se convertissent en carotides et en sous-clavières, le second de gauche devient l'aorte permanente, celui de droite s'oblitère; le troisième, enfin, devient, de chaque côté, les branches de l'artère pulmonaire. Mais en se divisant, le bulbe de l'aorte s'est modifié de manière que les deux paires antérieures, par conséquent les futures carotides et sous-clavières, ainsi que l'aorte persistante provenant de la deuxième paire occupent sa partie postérieure, et viennent du ventricule gauche, tandis que la troisième paire, c'est-à-dire les branches pulmonaires, reçoivent leur tronc de la moitié antérieure du bulbe, et communiquent avec le ventricule droit.

Fig. 94. — Transformation des arcs aortiques (*).

Alors l'artère pulmonaire communique largement avec l'aorte par ses deux branches, si bien que le sang parti du ventricule droit passe presque

(*) Transformation du système des arcs aortiques en troncs artériels permanents, chez les mammifères d'après de Baer. — *B*, Bulbe de l'aorte; *1*, *2*, *3*, *4*, *5*, de chaque côté, les cinq paires d'arcs aortiques, *5*, les plus anciens, *1* les plus nouveaux ou derniers formés, *c*, *c*, les deux carotides, encore unies, se séparent plus tard, *s*, *s* les deux sous-clavières, la droite partant du tronc innommé, *ao* l'aorte, *p*, *p* les artères pulmonaires, *cg*, canal artériel gauche, ou canal artériel de Botal, *cd*, canal artériel droit.

tout entier dans l'aorte par l'intermédiaire de ces vaisseaux, à part celui qui se rend en petite quantité au poumon, par l'intermédiaire de branches grêles nées de ces artères. On appelle *canal artériel de Botal*, la portion d'artère pulmonaire qui s'étend depuis l'origine des branches destinées au poumon jusqu'à l'aorte. Le canal artériel existe primitivement à droite et à gauche. Le droit n'a qu'une courte existence, il s'oblitère promptement. Le gauche persiste jusqu'à la naissance. A cette époque, celui-ci s'oblitère aussi et n'est plus représenté que par un cordon fibreux. Dès lors, tout le sang issu du ventricule droit passe par les branches pulmonaires qui, à partir de cet instant, acquièrent rapidement un développement considérable, ainsi que leurs veines, développement en harmonie avec l'importance de la nouvelle fonction dévolue au poumon, la respiration. Dans des cas exceptionnels, le canal artériel persiste après la naissance; d'après M. Cruveilhier, cette persistance se trouve toujours combinée, soit avec des communications auriculaires et ventriculaires réunies, soit seulement avec la persistance du trou de Botal. Elle coïncide aussi le plus souvent avec une artère pulmonaire congénitalement rétrécie, ou oblitérée complétement, et dans ce cas, la persistance du canal artériel après la naissance, est évidemment destinée à suppléer l'artère pulmonaire qui est à l'état de vestige.

Les auteurs s'accordent peu sur la manière dont l'aorte ventrale se forme; suivant les uns, les deux artères vertébrales postérieures se fusionneraient ensemble pour la constituer; suivant d'autres, le tronc supérieur simple prendrait beaucoup d'accroissement, et deviendrait l'aorte, tandis que les deux branches, reportées en arrière, deviendraient les artères iliaques. Enfin, suivant une troisième opinion, entre les deux artères vertébrales postérieures, se développerait un troisième vaisseau qui, plus tard, serait l'aorte abdominale. En tous cas, l'aorte ventrale, de très-bonne heure, présente à sa partie inférieure deux troncs résultant de sa bifurcation et qui donnent naissance aux artères iliaques et ombilicales.

Les artères omphalo-mésentériques, nombreuses au début, naissent, comme nous le savons, des artères vertébrales postérieures. Au bout d'un certain temps il n'en reste plus que deux, puis une seule. Cette dernière est destinée à la vésicule ombilicale et à l'intestin. La branche de la vésicule ombilicale est d'abord la plus volumineuse, mais, quand la vésicule disparaît, la branche mésentérique prend un développement de plus en plus considérable.

Les artères ombilicales, destinées à l'allantoïde, naissent des deux branches de la division inférieure de l'aorte, et représentent en quelque sorte leur prolongement; les artères iliaques ne semblent alors que des rameaux issus de ces branches.

Pour ce qui concerne les autres artères du corps, nos connaissances sont encore trop peu avancées pour qu'on s'y arrête.

VEINES. — VEINES OMPHALO-MÉSENTÉRIQUES. — Les veines omphalo-mésentériques vont se rendre dans la partie postérieure du tube cardiaque.

De ces deux veines, l'une disparaît en s'unissant à l'autre (Coste). La veine persistante reçoit la veine mésentérique provenant de l'intestin. De très-bonne heure le foie se développe sur son trajet, alors elle se ramifie dans son intérieur et constitue les premiers vestiges de la veine porte.

VEINES OMBILICALES. — Les veines ombilicales sont d'abord au nombre de deux; plus tard, quand le placenta s'est formé, elles sont réduites à une seule. Celle-ci se rend directement au foie dans lequel elle se divise et s'anastomose avec les ramifications de la veine omphalo-mésentérique. Quand la veine cave inférieure apparaît, elle s'unit à la veine ombilicale par une anastomose (canal veineux d'Aranzi), anastomose qui, après la naissance, devient imperméable au sang ainsi que la veine ombilicale, tandis que la circulation des branches hépatiques de cette dernière, anastomosées avec la veine porte, persiste.

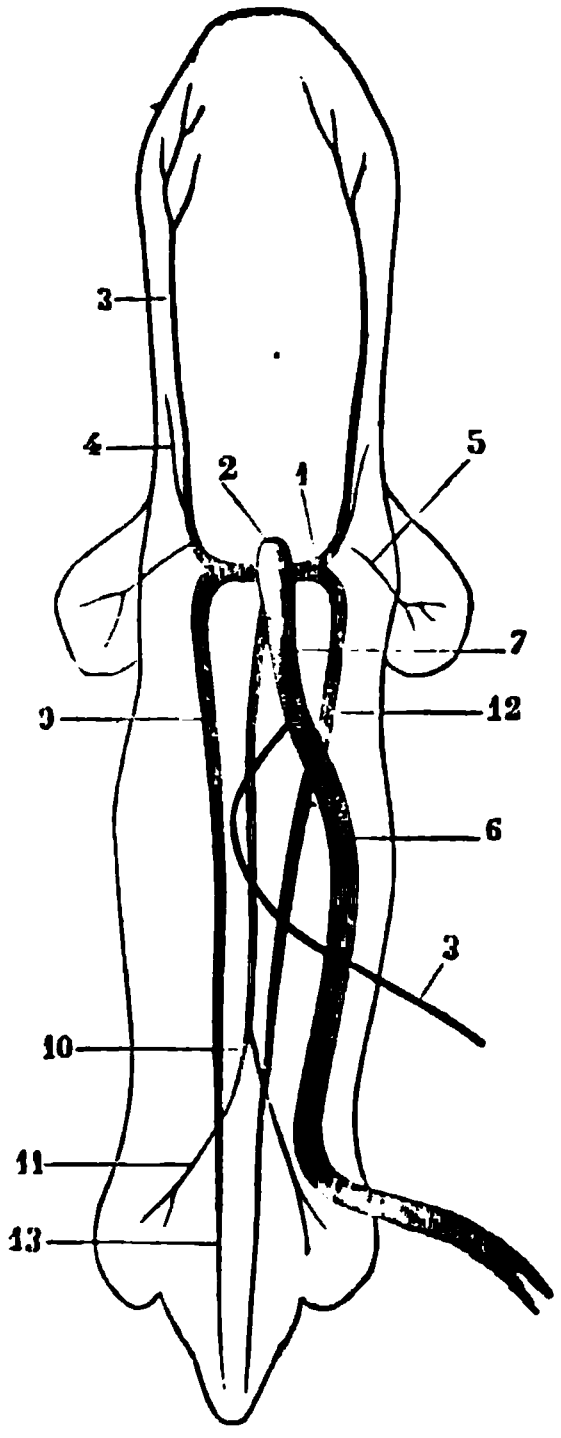


FIG. 95. — Schéma des gros troncs veineux au moment de la première formation de la circulation placentaire, d'après Kolliker (*).

VEINES CARDINALES. — Pendant que ces modifications ont lieu dans la veine omphalo-mésentérique et la veine ombilicale, d'autres se passent dans les veines principales de l'embryon. Il naît quatre troncs veineux parallèles à l'axe de l'embryon, deux antérieurs et deux postérieurs. Ces troncs constituent les veines cardinales. Les deux veines cardinales d'un même côté se réunissent en un tronc commun qui représente ce que l'on appelle les canaux de Cuvier. Ces canaux se dirigent transversalement en dedans, et s'ouvrent, à une très-petite distance du cœur, dans le tronc commun des veines omphalo-mésentériques. Plus tard, quand une veine omphalo-mésentérique s'est atrophiée, celle qui persiste reçoit seule les canaux de Cuvier. Plus tard encore, quand la veine cave inférieure est apparue, la veine omphalo-mésentérique devient une branche de celle-ci qui, alors, s'ouvre dans l'oreillette après avoir reçu les canaux de Cuvier.

La courte portion de la veine cave inférieure, placée entre les canaux de Cuvier et l'oreillette, disparaît peu à peu par le développement de l'oreillette, et celle-ci, au lieu de recevoir un seul tronc veineux, en reçoit trois: au milieu, la veine cave inférieure, et de chaque côté les canaux de

(*) 1, canal de Cuvier; 2, tronc veineux commun primitif; 3, veine cardinale antérieure ou jugulaire primitive, 4, jugulaire interne; 5, sous-clavière; 6, veine ombilicale; 7, la même au niveau du foie (les veines hépatiques afférentes et efférentes ne sont pas signalées); 8, veine omphalo-mésentérique, 9 et 13, veines cardinales postérieures; 10, veine cave inférieure qui se divise en deux troncs; ces troncs s'anastomosent avec les veines cardinales postérieures, à l'endroit où celles-ci reçoivent les veines crurales 11.

Cuvier qui deviendront les veines caves supérieures droites et gauches.

VEINES CAVES SUPÉRIEURES ET VEINES JUGULAIRES. — Vers la fin du deuxième mois, il se forme chez l'embryon un conduit transversal qui unit entre elles les veines cardinales antérieures. En même temps, le conduit de Cuvier gauche (veine cave supérieure gauche) change de position, s'ouvre en bas, en arrière et à gauche de l'oreillette, puis il s'atrophie, au quatrième mois, excepté à son ouverture qui constitue le sinus de la veine coronaire, dans lequel s'ouvre la grande veine coronaire. Le conduit de Cuvier droit persiste au contraire et devient la veine cave supérieure, tandis que l'extrémité de la veine cardinale droite forme la veine innominée droite, et l'anastomose de la veine cardinale droite avec la gauche constitue la veine innominée gauche.

Dans le crâne, les veines cardinales se réunissent pour former le sinus latéral; elles sortent du crâne par une ouverture placée dans la région auditive. Cette ouverture disparaît peu à peu pendant qu'il se forme une autre veine qui sort par le trou déchiré postérieur, et va s'ouvrir dans la veine innominée. Cette veine, qui sort par le trou déchiré postérieur, est la jugulaire interne, tandis que la primitive est la veine jugulaire externe.

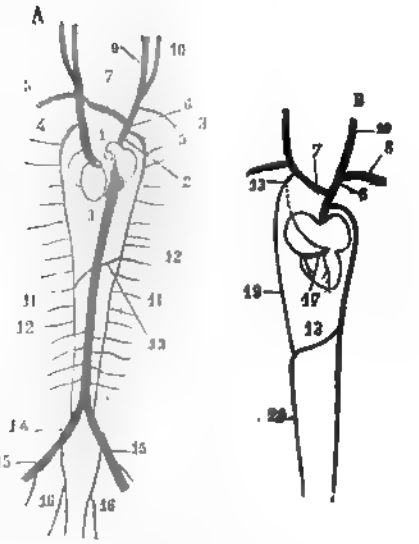


FIG. 96. — Schéma destiné à montrer la formation des systèmes veineux de la veine cave supérieure et de la veine cave inférieure, d'après Kolliker (*).

VEINE CAVE INFÉRIEURE ET AZYGOS. — La veine cave inférieure ne paraît que vers le cinquième, le sixième mois. Elle représente d'abord un tronc qui marche entre les corps de Wolff, passe derrière le foie, et vient se rendre dans la veine omphalo-mésentérique à une petite distance du cœur. A sa partie inférieure, elle s'unit aux veines cardinales postérieures par une anastomose transversale double, à l'endroit où celles-ci reçoivent les veines crurales, de telle sorte que ces dernières veines paraissent aussi bien se rendre dans la veine cave inférieure que

(*) A. — Cœur et système veineux, à l'époque où il existe deux veines caves supérieures; *vue postérieure*. — 1, veine cave supérieure gauche; 2, veine cave supérieure droite; 3, veine cave inférieure; 4, veine cardinale inférieure gauche; 5, veine cardinale inférieure droite, 6, jugulaire droite; 7, anastomose entre les deux jugulaires, veine innominée gauche; 8, veines sous-clavières; 9, jugulaire interne; 10, jugulaire externe; 11, partie moyenne oblitérée des veines cardinales postérieures; 12, veines vertébrales postérieures nouvellement formées; 13, anastomose entre les deux vertébrales (tronc de la demi-azygos); 14, veines iliaques (anastomose primitive entre la veine cave inférieure et les veines cardinales postérieures); 15, veines crurales, 16, veine hypogastrique (terminaison primitive des veines cardinales postérieures).

B — Cœur et troncs veineux persistants, *vue postérieure*. — 13, veine cave supérieure gauche, oblitérée; 6, veine innominée droite, 7, veine innominée gauche; 8, sous-clavière; 10, jugulaire commune, 13, tronc de la demi-azygos; 17, sinus coronaire recevant la grande veine coronaire, 13, intercostale supérieure; 19, demi-azygos supérieure; 20, demi-azygos inférieure.

dans les veines cardinales. Les veines cardinales ne tardent pas à s'atrophier dans la partie moyenne, et il ne reste de ces veines que leur embouchure dans le canal de Cuvier, ainsi que leurs extrémités, qui constituent les veines hypogastriques et les veines crurales, lesquelles s'ouvrent alors dans la veine cave inférieure par les veines iliaques (anastomoses primitives entre la veine cave inférieure et les veines cardinales). La portion moyenne disparue est remplacée ensuite par deux veines de nouvelle formation, les veines vertébrales postérieures qui reçoivent les veines intercostales et lombaires, et qui s'anastomosent entre elles par une branche oblique. La veine vertébrale droite constitue la grande veine azygos, avec la partie persistante de la veine cardinale postérieure droite. L'extrémité postérieure de la vertébrale gauche avec l'anastomose transversale constitue la petite veine azygos, l'extrémité antérieure de la veine vertébrale gauche avec l'embouchure de la veine cardinale gauche, constitue la veine intercostale supérieure gauche.

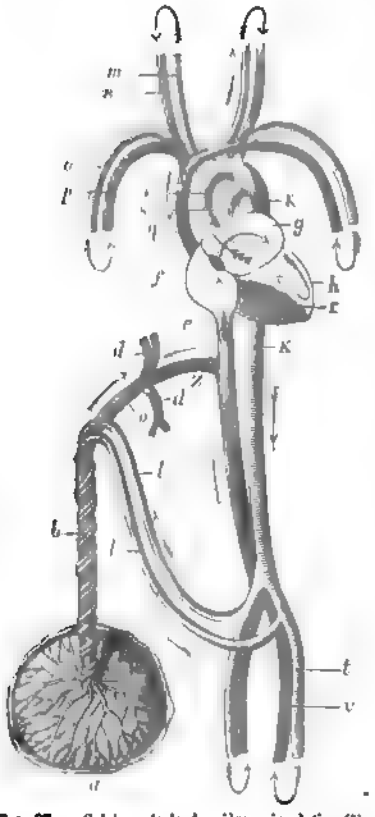


FIG. 97. — Schéma de la deuxième circulation (*).

Il nous sera maintenant facile de comprendre, dans son ensemble, la deuxième circulation, c'est-à-dire celle qui correspond à la formation du placenta. Le sang sorti du placenta a acquis, en traversant cet organe, les qualités du sang artériel. De là, il passe dans la veine ombilicale; arrivé au-dessous du foie, il se partage en deux colonnes; l'une suit les ramifications que cette veine fournit à cet organe, se mêle au sang de la veine porte, et arrive à la veine cave inférieure par les veines sus-hépatiques. L'autre arrive directement à la veine cave inférieure par le canal veineux. De là, le sang de la veine ombilicale est conduit au cœur et passe de l'oreillette droite dans l'oreillette gauche, en suivant la valvule

(*) *a*, placenta; *b*, cordon ombilical; *o*, veine ombilicale; *d*, ses deux branches principales dans le foie; *s*, canal veineux, qui, à la fin de la vie fœtale, présente encore un calibre aussi considérable que la veine cave inférieure, *e*, veine cave inférieure; *f*, oreillette droite, à la partie interne de laquelle on voit le trou de Botal, *g*, oreillette gauche, *h*, ventricule gauche; *l*, crosse de l'aorte, de laquelle partent le tronc brachio-céphalique artériel, l'artère carotide et sous-clavière gauche, *k*, aorte descendante; *r*, artère hypogastrique; *d*, artères ombilicales; *q*, veine cave supérieure qui reçoit le sang de la tête, du cou et des membres supérieurs, *i*, ventricule droit qui reçoit le sang qui arrive de la veine cave supérieure; *K*, artère pulmonaire et canal artériel.

d'Eustache. De l'oreillette gauche, il parvient dans le ventricule gauche, puis passe dans l'aorte; arrivé au niveau des troncs brachio-céphalique, carotide et sous-clavière, une partie du sang s'engage dans ces artères et va se rendre à la tête, au cou, aux membres supérieurs; l'autre partie continue sa direction, parcourt l'aorte thoracique et ventrale, et arrive ensuite, d'une part, par les artères crurales dans les membres inférieurs, d'autre part, par les artères ombilicales, dans le placenta, où il va acquérir de nouveau des propriétés artérielles que lui a fait perdre l'addition, dans son trajet, d'une certaine quantité de sang veineux, notamment celui des membres inférieurs, qui s'est uni à lui derrière le foie, et celui des membres supérieurs, qui lui a été communiqué par le canal artériel.

Si, maintenant, nous suivons le trajet du sang, devenu veineux, au delà des capillaires, le sang de la tête, du cou et des membres supérieurs arrive dans l'oreillette droite par la veine cave supérieure; de l'oreillette droite, il passe dans le ventricule droit; du ventricule droit, dans l'artère pulmonaire, dans le canal artériel qui lui fait suite, enfin, dans l'aorte, où il se mêle au sang artériel issu du ventricule gauche. Quant au sang des membres inférieurs, il arrive au cœur droit, par la veine cave inférieure, avec le sang ramené de l'artère ombilicale dans cette artère.

Lors de la naissance, apparaît la troisième circulation, la circulation définitive qui persistera pendant toute la vie. Les modifications qu'elle présente sont dues à l'imperméabilité de la veine ombilicale et du canal veineux, à l'atrophie de la valvule d'Eustache, à la fermeture du trou de Botal et du canal artériel, enfin, à l'établissement de la fonction respiratoire. Alors, le sang veineux des membres supérieurs et inférieurs arrive à l'oreillette droite par les deux veines caves, passe de là directement dans le ventricule droit, puis dans l'artère pulmonaire et dans les vaisseaux capillaires du poumon, où, sous l'influence de l'oxygène de l'air atmosphérique qui traverse leurs parois, il prend les caractères du sang artériel; de l'artère pulmonaire, le sang revient au cœur gauche, passe dans l'aorte, puis arrive dans les organes, et revient de ceux-ci au cœur droit à l'état de sang veineux.

Index bibliographique (Développement du fœtus). — BISCHOFF, *Traité du développement de l'homme et des mammifères.* — TIEDEMANN, *Sur les nerfs du fœtus* (*Zeitschr. f. Physiol.*, t. III). — IDEM, *Anatomie du cerveau*, traduct. par Jourdan. — KIESSELBACH, *Historia format. ac evolutionis nervi sympathici.* Munich, 1835. — DE BAER, *Entwickelungsgeschichte*, t. II. — HUSCHKE, *Müller's Archiv*, 1832, et *Ammon's Zeitschrift*, 1825. — VALENTIN, *Manuel de l'histoire du développement de l'œil.* Berlin, 1835. — ARNOLD, *Untersuchungen über das Auge des Menschen.* — AMMON, *Ammon's Zeitschrift für Ophthalmologie*, 1833. — WACHENDORFF, *Comment. lit. noric*, 1740. — NUHN, *Diss. de vitiis quæ surdo-mutati subisse solent.* — CH. ROBIN, *Mémoire sur l'évolution de la notocorde, des cavités des disques intervertébraux, et de leur contenu gélatineux* (lu à l'Académie des sciences, le 6 mai 1867). — RATHKE, *Ueber die Entwickelungsgeschichte des Kopfes der nackten Amphibien.* Königsberg, 1838. — REICHERT, *Müller's Archiv*, 1827. — IDEM, *Feuillets d'où procède le fœtus.* Berlin, 1840. — IDEM, *Des arcs viscéraux, des vertèbres en général et de leurs métamorphoses.* — IDEM, *Histoire du dé-*

veloppement des vertébrés. Berlin, 1840. — HAMY, *L'os intermaxillaire de l'homme à l'état normal et pathologique*, thèse de Paris, 1868. — KÖLLIKER, *Traité d'histologie*, trad. par Sée et Béclard. — SERRES, *Principes d'embryogénie, de zoogénie et de tératogénie*. Paris, 1859. — IDEM, *Mémoire de l'Institut*, 1832. — RATHKE, KUSMAUL, *Ueber Mangenverkümmerung and Verdoppelung der Gebärmutter*. Wurtzbourg, 1859. — GEOFFROY SAINT-HILAIRE, *Traité de tératologie*, 1832, t. I. — MONDINI, *Institut de Bologne*, 1836, t. II. — LEUCKART et THIERSCH, *Münchner med. Zeit.*, 1852. — COSTE, *Embryogénie comparée*. — WOLFF, *De formatione intestinorum*, etc., *Novum Commentarium*, Petropolis, t. XII, 1767 ; t. XIII, 1768. — IDEM, *Traité sur la théorie de la génération*. — HOUEL, *Manuel d'anatomie pathologique générale et appliquée*. Paris, 1857. — PH. BÉRARD, article CŒUR du *Dictionnaire* en 30 volumes. — MARRIGUES, *Lettre à Morand*, in *Mém. de Malh.*, t. IV. — BRODIE, *Trans. ph.*, 1809. — LAWRENCE, *Med.-chir. Transactions*, vol. V. — BRESCHET, *Mémoire sur l'ectopie de l'appareil de la circulation et particulièrement sur celle du cœur*. Paris, 1826. — IDEM, *Répertoire général d'anatomie et de physiologie pathologique, etc.*, t. II. — VAUBONNAIS, *Mém. acad. des sc.*, 1712. — BUTTNER cité par BRESCHET.— MARTINEZ, *Observatio rara de corde in monstroso infantulo*, etc. — SANDIFORT, *In actis Helvetiis*, vol. VII. — ROBINSON, *Arch. gén. de médecine*, janvier 1834. — RAMEL, *Journ. de méd., chir. et pharm.*, 1778, t. XLIX. — DESCHAMPS, *Journal de médecine*, t. XXVI. — ANDRAL, *Anat. path.* — KERKRING cité par PAGET, *Dissertation on the Congenital Malformations on the Heart*. Edimbourg, 1831. — WILSON, *Phil. Trans. for* 1798. — STANDEN, *Phil. Trans. for* 1805. — FARRE, *Essay on the Malformations of the Human Heant*, 1814. — RAMSBOTHAM, *Arch.*, t. XX, et *The London Medical and Phys. Journal*, juin 1829. — MAURON, *Philadelphia Journal*, etc., août 1827. — THORE, *Archives*, 1842. — WITCHE, *Hufeland's Journal*, April 1828, et *Arch. gén. de médecine*, t. XVIII. — HALLER, *De monstris*, lib. I, chap. XXIX. — RING, *Med. and Phys. Journ.*, vol. XIII. — BOISSON, *Arch. gén. de médecine*, t. XXII. — Consultez aussi les planches de COSTE, de BISCHOFF, de BAUNIS et BOUCHARD, *Nouveaux éléments d'anatomie descriptive et d'embryologie*.

LACTATION

Le fœtus, une fois sorti des organes génitaux de la femme, trouve chez celle-ci, pendant les premiers temps de sa vie extra-utérine, un liquide qui doit concourir à sa nutrition et à son développement, jusqu'à l'instant où ses organes digestifs ont acquis le perfectionnement voulu pour lui permettre d'emprunter sa nourriture au milieu extérieur.

Ce liquide est le lait, produit de l'appareil mammaire, et la fonction qui se rattache à cet appareil est appelée fonction de lactation.

MAMELLES. — Les mamelles sont des organes glandulaires qui n'existent que chez certains animaux (mammifères). On les rencontre dans les deux sexes, mais elles n'ont d'importance que chez la femelle. Elles sont placées à la surface du corps où elles font relief, mais leur position est variable. Elles sont thoraciques chez la femme, thoraciques et épigastriques chez les animaux qu se rapprochent le plus de l'homme, c'est-à-dire chez les quadrumanes; chez le cheval, elles sont placées dans la région inguinale. Enfin, on peut les trouver sur les côtés de la vulve (cétacés), à la racine de la queue, sur le dos (certains rongeurs). Leur nombre, dans les diverses espèces animales, est variable de deux à sept. En général, il n'en existe qu'une seule paire chez les animaux qui produisent un seul petit; chez les multipares, elles sont le plus souvent en nombre égal à celui des petits qu'ils engendrent. Chez la femme, elles sont au nombre de deux, exceptionnellement, on rencontre une ou plusieurs mamelles surnuméraires, en général, moins développées que les mamelles normales, mais propres comme celles-ci à fournir du lait (Deslongchamps, Rayer, Percy).

Dans l'espèce humaine, elles sont situées à droite et à gauche du sternum, dans l'espace qui s'étend de la troisième à la septième côte, au devant du grand pectoral. Leur forme est hémisphérique, leur volume est très-variable.

La surface externe présente à considérer trois parties: 1° une partie périphérique, la plus étendue, blanche et unie, très-douce au toucher; 2° une partie plus centrale, l'aréole, de coloration rosée chez les femmes vierges, brunâtre chez les femmes ayant eu des enfants; cette partie possède à sa surface des saillies rugueuses dues à la présence de glandes sébacées; 3° une partie, la plus centrale de toutes, qui représente un corps cylindroïde ou conoïde appelé mamelon.

La face postérieure des mamelles est séparée du grand pectoral par une couche cellulo-fibreuse.

STRUCTURE DE LA MAMELLE. — Dans la partie périphérique, la peau ne présente aucun caractère particulier; si ce n'est peut-être qu'elle est très-riche en éléments musculaires; le tissu cellulo-adipeux sous-jacent forme une couche assez épaisse, mais qui diminue en se rapprochant du mamelon. Au mamelon cette couche n'existe

plus, à sa place on rencontre une couche musculaire, un véritable muscle peaucier (muscle sous-aréolaire de M. Sappey). Ce muscle est formé par des faisceaux qui s'entrecroisent; il entoure par son bord interne l'ensemble des conduits galactophores, qui pénètrent dans le mamelon. La peau de l'aréole est remarquable par sa minceur; elle contient dans son épaisseur des glandes sébacées, des glandes sudoripares et des poils. La peau du mamelon ne contient ni fibres musculaires, ni follicules pileux, ni glandes sudoriféres; mais par contre, elle renferme un grand

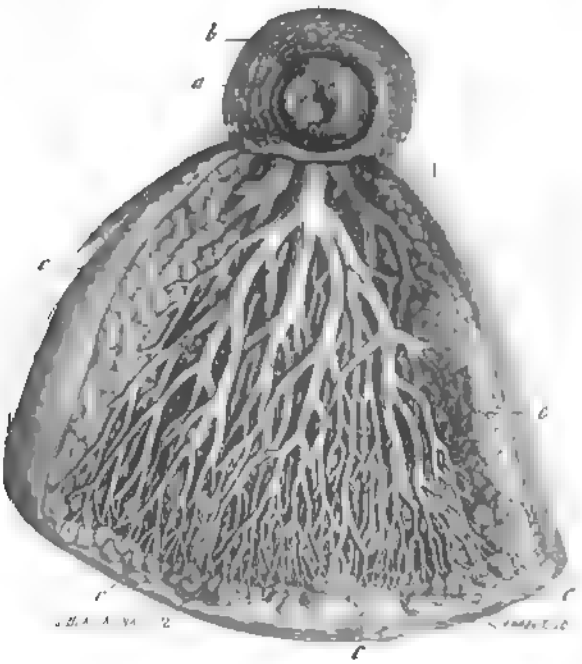


Fig. 98. — Structure de la mamelle (*).

nombre de glandes sébacées (180 à 250, Sappey); son derme est muni de nombreuses papilles. A l'intérieur du mamelon, on rencontre des fibres élastiques, de plus, des faisceaux musculaires entrecroisés en tous sens et entourant les conduits galactophores.

Au-dessous de la couche adipeuse et de l'aréole se trouve la glande mammaire, qui se présente avec un aspect différent pendant l'état de lactation ou de grossesse et en dehors de ces états. Pendant la lactation, elle a la forme d'un disque aplati sur sa face postérieure; sa couleur est d'un rouge pâle ou jaunâtre, sa consistance est ferme, son aspect volumineux. Alors, elle se montre avec tous les caractères d'une glande en grappes, composée de culs-de-sac ou acini, de lobules et de lobes. Les acini sont groupés les uns à côté des autres en nombre variable. Leur paroi propre est épaisse de $0^{mm},005$ à $0^{mm}.007$; elle est homogène, finement granuleuse et est tapissée intérieurement par un épithélium pavimenteux à cellules petites, régulières et finement grenues.

Les acini, groupés les uns à côté des autres, constituent un lobule, du centre

(*) a, mamelon dont la partie centrale est rétractée; b, aréole; c, lobule de la glande; f, conduit galactophore dilaté en ampoule.

duquel part un conduit excréteur qui se réunit à d'autres pour former un conduit galactophore. L'ensemble des lobules qui communiquent avec un seul conduit galactophore constitue un lobe. Le nombre de ces lobes, et par conséquent celui des conduits galactophores, se monte à 12, 14, rarement 16. Ceux-ci ne s'anastomosent pas entre eux ; tous aboutissent au mamelon et viennent s'ouvrir à sa surface. A une petite distance en arrière du mamelon, ils se dilatent en ampoules, de forme ovoïde, qui portent le nom de *sinus lactifères*.

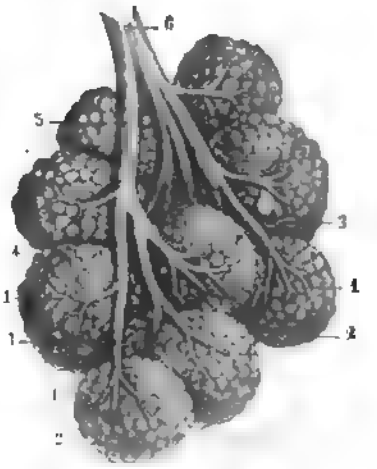


FIG. 99. — Lobe, lobules et acini de la glande mammaire (*).

Les canaux galactophores sont constitués par trois tuniques : une interne, amorphe, dépourvue de cellules épithéliales (Sappey) ; une moyenne, composée de fibres lisses, longitudinales ; une externe, composée de fibres élastiques en réseaux.

En dehors de l'état de grossesse ou de lactation, la mamelle, au lieu d'être rosée ou jaunâtre, est d'un blanc bleuâtre ; elle n'est plus grenue ; les culs-de-sac glandulaires, pour la plupart, n'existent plus, ils sont atrophiés. La mamelle alors est réduite à peu près à sa trame celluleuse ; les canaux galactophores, revenus sur eux-mêmes, sont au moins dix fois plus petits.

Les artères de la mamelle proviennent des intercostales, mais surtout de la mammaire externe (thoracique longue) et de la mammaire interne. Les réseaux lymphatiques forment deux plans de réseaux : l'un superficiel, l'autre profond ; deux ou trois troncs volumineux partent de ces réseaux et vont se jeter dans les ganglions de l'aisselle. Les nerfs tirent leur origine des intercostaux et des branches thoraciques du plexus brachial.

La sécrétion mammaire ne s'improvise pas à l'instant de la naissance de l'enfant. Pendant tout le temps de la grossesse, elle a été préparée par une série de modifications qui se sont passées dans l'intérieur de la mamelle, et ce n'est qu'après l'accouchement que celle-ci est apte à remplir le rôle qui lui est destiné. Dès le deuxième ou le troisième mois de la gestation, en effet, les mamelles ont commencé à prendre plus de développement, du sang y a afflué en plus grande abondance ; vers le quatrième mois, les culs-de-sac de la glande, qui n'existaient pas auparavant, ou qui étaient rudimentaires, sont devenus visibles au microscope ; puis, des cellules épithéliales se sont formées aux dépens de la matière amorphe contenue dans ces culs-de-sac ; ces cellules se sont ensuite chargées de granulations graisseuses, sorte d'essai qu'a fait la glande pour son exercice futur.

L'entourage de la glande a subi lui-même le retentissement provoqué par le développement de la matrice. Le pannicule adipeux a pris plus de

(*) 2, acini qui constituent dans leur ensemble un lobule ; 1, 3, 4, 5, conduits excréteurs des lobules qui prennent un développement de plus en plus considérable, d'arrière en avant, par le fait de leur réunion entre eux ; 6, conduit galactophore qui communique avec tous les canaux d'un même lobe.

développement, l'aréole s'est étendue en largeur et s'est chargée de matière colorante, ce qui lui a donné une coloration brune; ses glandes sébacées, ses glandes sudoripares, sont devenues plus volumineuses et font plus de relief à sa surface. Le mamelon, lui aussi, a pris plus de développement, par le fait de l'hypertrophie des fibres musculaires qu'il renferme.

Quand l'accouchement est terminé, généralement le travail intérieur qui s'est fait dans la glande pendant la grossesse ne s'est point manifesté encore par l'apparition d'un produit sécrété; mais, par lui-même, l'accouchement a activé l'issue de matériaux, empruntés au sang, dans les culs-de-sac glandulaires et les conduits mammaires. Alors ceux-ci gonflent et distendent de plus en plus la mamelle, souvent même au point d'amener un véritable engorgement qui, *quelquefois*, provoque une réaction générale, appelée bien improprement *fièvre de lait*. C'est à ce moment, qui correspond au troisième ou au quatrième jour, que l'enfant prend le sein, le vide insensiblement du liquide grossier (colostrum) qu'il renferme, et ce liquide se trouve bientôt remplacé par un autre, le lait, doué des qualités les plus convenables pour la nutrition et le développement du nouveau-né.

On voit donc qu'il existe, lors de la grossesse, une relation des plus intimes entre le développement de la matrice et le développement du tissu mammaire. Rarement la mamelle reste indifférente aux phénomènes qui se passent du côté de l'utérus; le fait n'est pas cependant sans exemple. Chez certaines femmes, la mamelle ne présente aucune modification, ni pendant la grossesse, ni après l'accouchement; c'est là le degré le plus complet de ce que l'on nomme l'*agalactie*.

Il ne faudrait pas croire, cependant, que la grossesse seule soit capable d'éveiller l'activité mammaire. Tout d'abord, celle-ci est mise en jeu toutes les fois que l'utérus est développé pathologiquement, aussi bien que normalement (Robin); ainsi, on peut constater l'hypertrophie des éléments de la mamelle dans les cas de corps fibreux ou de polypes, de kystes, accompagnés de l'hypertrophie de l'utérus.

D'autre part, on voit quelquefois coïncider le développement anormal de la mamelle chez l'homme avec une tumeur cancéreuse de l'épididyme ou du testicule. Dans deux cas de ce genre, M. Gaillet s'est assuré que les culs-de-sac mammaires étaient bien développés. et contenaient dans leur intérieur un liquide ayant tous les caractères du colostrum, et des globules laiteux très-variables en volume.

En troisième lieu, toutes les fois qu'un kyste, ou un abcès, ou une tumeur quelconque de la mamelle détermine une congestion de la glande, on voit se développer les acinis et leurs culs-de-sac dans toute la portion congestionnée (Robin); du lait, en même temps, est sécrété; on peut le trouver accumulé en quantité variable, notamment dans un certain nombre de kystes, soit à l'état ordinaire, soit sous forme d'un liquide mucilagineux, soit sous forme crémeuse ou butyreuse.

En quatrième lieu, la sécrétion lactée peut se faire sous l'influence de causes diverses, telles que celles-ci : Harvey parle de lapines qui, n'ayant pas été fécondées, ont eu les mamelles actives au moment où le part devait s'effectuer; ces femelles alors pouvaient allaiter des petits étrangers. Buffon cite l'exemple d'une chienne qui, sans avoir jamais reçu le mâle, éprouvait un gonflement des mamelles, à l'époque où elle aurait dû mettre bas, si elle avait été fécondée au moment du rut précédent; cette chienne donnait du lait et se chargeait de nourrir avec une tendresse remarquable les petits que l'on mettait autour d'elle. M. Colin, à qui nous empruntons ces détails, a vu une brebis de six mois qui n'avait point été couverte donner une quantité fort notable de lait très-blanc, crémeux et coagulable, comme celui qui est sécrété dans les conditions ordinaires. Chez les mâles, les glandes mammaires peuvent également se développer et fournir du lait; les boucs présentent assez souvent cette particularité, signalée pour la première fois par Aristote chez le bouc de Lemnos. Geoffroy Saint-Hilaire parle d'un bouc qui fournissait par jour plus d'un demi-litre de lait. Schlossberger a fait l'analyse d'un lait de ce genre, et il a reconnu qu'il ne différait pas notablement du lait sécrété par les femelles de la même espèce. On a vu aussi des hommes lactifères. De Humboldt et M. Auzias-Turenne (cités par Joly, thèse de Paris, 1851) en ont signalé quelques exemples. Enfin, on a rapporté des observations de jeunes filles ou de vieilles femmes qui devinrent nourrices par la seule influence de la succion : Baudelocque a présenté à l'Académie de chirurgie une jeune fille d'Alençon, âgée de huit ans, qui allaita pendant un mois son jeune frère que sa mère ne pouvait nourrir; Audebert, d'autre part, parle d'une femme qui a pu servir de nourrice à l'âge de soixante-deux ans.

En cinquième lieu, les enfants à la naissance sécrètent du lait. Ce fait, indiqué par Morgagni, a été corroboré par les recherches modernes de Natalis Guillot et de M. Gubler. Selon ce dernier auteur, cette sécrétion peut se faire immédiatement après la naissance; mais c'est là une exception; en général, elle survient du quatrième au huitième jour, et coïncide avec un développement exagéré de la mamelle; sa durée est de un mois environ. L'abondance du lait fourni par les jeunes enfants est variable, elle peut être telle qu'elle détermine quelquefois de véritables engorgements, voire même le phlegmon du sein. Ce lait des nouveau-nés est plus alcalin que celui de femme; les principes qu'il renferme sont les mêmes, la quantité de ces principes seulement est variable. Sous ce dernier rapport, ce lait se rapprocherait bien davantage du lait d'ânesse. Cette sécrétion lactée de l'enfant a été observée quelquefois aussi chez les animaux. On n'a pas encore étudié l'état anatomique des éléments sécréteurs dans cette condition.

Signalons enfin que, quelquefois, chez les garçons adolescents, il survient une suractivité fonctionnelle du sein, qui se traduit par de la tuméfaction, de la sensibilité, de la rougeur, et même par un produit

sécrété, opalin, transparent. Toutefois, ce produit, qui n'a pas été examiné au microscope, n'a jamais l'aspect blanc laiteux.

Quel que soit l'intérêt de ces faits, il est néanmoins bien certain que le développement des mamelles est surtout sous la dépendance du développement de l'utérus. Pour expliquer cette solidarité, les anciens n'ont pas manqué de faire intervenir la sympathie, expression qui masquait leur ignorance sur la nature du phénomène. Haller, cependant, pensait que cette sympathie était due à la communication des vaisseaux des mamelles avec les vaisseaux de l'utérus par l'intermédiaire des veines abdominales. Mais aujourd'hui, nous ne pouvons voir dans celle-ci qu'une corrélation de phénomènes due à des actes nerveux réflexes. Sans doute les filaments nerveux qui vont se rendre dans les vaisseaux de la mamelle correspondent à des cellules nerveuses en rapport avec des filaments de sensibilité qui aboutissent à l'utérus, si bien que l'excitation, partie de l'utérus gravide, met en jeu la dilatation des vaisseaux mammaires, favorise par conséquent l'afflux d'une plus grande quantité de sang dans cet organe; de là l'hypertrophie de tous ses éléments et la formation d'un certain nombre d'entre eux, tels que culs-de-sac et cellules épithéliales.

A partir de l'accouchement, l'activité mammaire n'est plus sous la dépendance d'une excitation génitale; elle est, dès lors, entretenue par l'excitation intermittente provoquée par l'enfant sur le mamelon, lors de la succion. Sans celle-ci, le lait ne tarderait pas à se tarir. Le mécanisme nerveux est ici le même que tout à l'heure; seulement, au lieu d'une excitation appliquée sur la périphérie des nerfs utérins, c'est une excitation sur les nerfs du mamelon qui retentit par action réflexe sur les vaisseaux de l'organe. Eckhard a tenté quelques expériences chez les chèvres sur les nerfs qui vont se rendre à la mamelle; il a coupé les nerfs inguinaux et lombaires, et il n'a pas vu, à la vérité, que la sécrétion fût modifiée; mais il est probable que tous les nerfs qui président à cette sécrétion n'ont pas été intéressés.

Lorsque la lactation est établie, l'utérus n'a plus aucune influence sur la sécrétion mammaire, mais il est à remarquer, que la lactation retentit à son tour sur l'utérus, soit que ce retentissement soit dû à une excitation nerveuse partie de l'intérieur même de la glande en activité, soit qu'il soit dû à une excitation périphérique due à la succion. En effet, suivant la remarque faite par M. Depaul (discussions récentes de la Societe de chirurgie), l'utérus de la femme qui allaite reviendrait beaucoup plus lentement à ses dimensions premières que celui de la femme qui n'allaite pas. Cet auteur a même vu, chez une femme qui se trouvait dans le premier cas, l'utérus développé comme celui d'une femme de six mois, quelques mois après l'accouchement, sans qu'il y ait aucune grossesse; après la lactation, l'utérus reprit ses dimensions normales. Il semble donc que l'excitation mammaire entretienne l'hypertrophie de l'utérus; c'est là une particularité physiologique importante à connaître, et qui

peut permettre, dans un certain nombre de cas, d'éviter des erreurs de diagnostic.

La sécrétion mammaire se distingue donc de toutes les autres sécrétions, d'abord en ce qu'elle est principalement liée au développement d'un organe, l'utérus; mais elle se distingue encore par d'autres caractères. En second lieu, elle est intermittente comme le développement de l'utérus lui-même. En troisième lieu, elle ne profite pas à la fonction qui la subordonne, mais bien à son produit. Enfin, en quatrième lieu, elle n'existe que chez un nombre limité d'êtres de la création, ce qui a valu à ceux-ci le nom de mammifères. Les oiseaux, les reptiles, les poissons, en sont privés; ceux-ci puisent dès leur naissance, dans le milieu qui les entoure, et non chez leurs propres parents, les éléments de leur entretien et de leur accroissement. Peut-être cependant, chez quelques oiseaux, s'accomplit-il un acte semblable au travail mammaire, mais dans un organe tout spécial. M. Cl. Bernard a fait voir que chez le mâle et la femelle des pigeons, au moment de l'éclosion des œufs, la muqueuse des parties latérales du jabot s'hypertrophiaient, en même temps que les cellules épithéliales les plus superficielles. Celles-ci se détachent des plus profondes et viennent former dans le jabot une substance blanche qui ressemble à du lait coagulé. Au microscope, les cellules qui entrent pour une grande part dans la constitution de cette substance renferment des granulations graisseuses. M. Leconte a trouvé de plus de la caséine, du beurre, mais pas de sucre. C'est cette substance que le mâle et la femelle ingurgitent à leurs petits après l'éclosion, et qui constitue leur première nourriture, comme le lait chez les mammifères.

Quelques auteurs ont pensé que, dans l'espèce humaine, le lait pourrait bien être produit par d'autres organes que la mamelle. On a parlé d'une sécrétion laiteuse fournie par le scrotum et qui serait intermittente; mais on a pris sans doute pour du lait de la lymphe issue de fistules lymphatiques; on a aussi parlé de kystes testiculaires contenant du lait, mais il est bien évident que le contenu de ces kystes n'avait du lait que sa couleur et des granulations graisseuses plus ou moins analogues à celles de ce dernier liquide.

Le mécanisme de la sécrétion lactée ne diffère point de celui des autres sécrétions. Les cellules épithéliales de la glande et, peut-être, les parois propres des culs-de-sac qui les contiennent exercent sur les matériaux du sang une action élective, en même temps qu'ils attirent à eux une certaine quantité d'eau contenue dans ce liquide. De ces matériaux, les uns se retrouvent au sein des lobules, à l'état globulaire, dans les cellules épithéliales, les autres à l'état de dissolution Cette sécrétion est surtout activée peu de temps après que l'enfant a pris le sein, ou bien après les repas, ou bien à la suite d'impressions morales douces, et l'on appelle montée du lait le phénomène en vertu duquel les mamelles se remplissent de lait à ces instants. Au fur et à mesure que les matériaux du lait arrivent dans les culs-de-sac, ils repoussent ceux qui étaient avant

eux vers les conduits galactophores, et là sans doute s'opère la désagrégation des globules laiteux qui s'échappent des cellules épithéliales, et deviennent ainsi libres. Si la succion ne s'exerce pas, le lait ne s'écoule pas à l'extérieur, à moins qu'il ne soit extrêmement abondant. Cette rétention est due à la contraction des fibres musculaires contenues dans l'épaisseur du mamelon et disséminées tout autour d'eux, ainsi qu'à la contraction du sphincter décrit par M. Sappey (p. 408). Mais quand la succion s'effectue, le vide qui se fait dans la bouche de l'enfant favorise l'action de la pression atmosphérique sur le liquide contenu dans les conduits galactophores, l'obstacle musculaire est ainsi vaincue sous l'influence de cette force extérieure, et le lait s'écoule alors, soit en bavant, soit par jet.

Colostrum. — On appelle colostrum le lait impur sécrété par les glandes mammaires pendant la grossesse et quelques jours encore après l'accouchement. C'est un liquide visqueux ou mucilagineux, jaunâtre, transparent, en assez grande abondance chez certaines femmes pour être exprimé. Sa densité est de 1040 à 1060. Rarement il s'écoule spontanément. Sa réaction est alcaline; sous l'influence de l'ammoniaque, il se prend en une masse très-visqueuse, analogue à celle qui se produit quand on met le pus en contact avec le même agent. Le colostrum est constitué par de l'eau tenant en suspension des globules laiteux, des corps particuliers appelés corpuscules du colostrum, quelquefois des flocons de mucosine et des leucocytes, et en dissolution de l'albumine, de la fibrine, de la caséine, des sels.

COMPOSITION DU COLOSTRUM DE FEMME (Clemm).

Eau		945,24 à 851,97
Chlorure de sodium	0,51	4,41 à 5,44
— de potassium	1,25	
Phosphates et sulfates de potasse, de chaux et de magnésie	2,96	
Phosphate de fer	0,01	
Beurre		7,07 à 41,30
Lactose		17,27 à 43,69
Albumine		29,81 à 80,73

Les globules laiteux contenus dans le colostrum ne diffèrent de ceux du vrai lait que nous décrirons dans un instant qu'en ce qu'ils sont plus irréguliers.

Les corpuscules de colostrum sont, en général, arrondis, remplis de fines granulations graisseuses qui leur donnent l'aspect d'une mûre (fig. 100 et 101). Ces corpuscules ne sont autres que les cellules mêmes qui tapissaient les culs-de-sac mammaires et qui se sont chargées de globules gras; comme ces cellules sont sans parois, quelques auteurs ont pu croire, mais bien à tort, que les corpuscules du colostrum étaient le ré-

sultat de l'agglutination entre eux de globules gras par l'intermédiaire d'une substance visqueuse.

La mucosine n'est pas constante; quand elle existe, on la trouve tou-

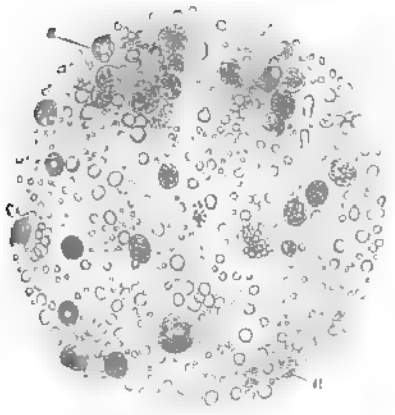


Fig. 100. — Lait d'une femme qui vient d'accoucher, vu au microscope (*).

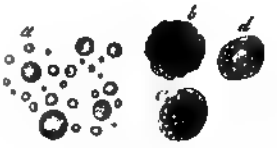


Fig. 101. — Éléments du lait (**).

jours en petite quantité sous le champ du microscope, elle se présente à l'état de petits flocons ou de filaments striés.

Assez fréquemment, on rencontre dans le colostrum des leucocytes; ils sont en général fortement granulés; quelquefois, dans l'intérieur des leucocytes, on trouve des globules graisseux, qui y ont été amenés par les mouvements amiboïdes de ces cellules.

L'albumine existe dans le colostrum en quantité assez notable, ce qui fait que ce liquide se coagule comme du blanc d'œuf par la chaleur. Il ne contient pas de caséine (Lassaigne, Clemm). D'après Clemm, cette substance n'apparaîtrait dans le lait que le vingtième jour après l'accouchement. Le colostrum ne contient qu'une très-petite quantité de sucre de lait; il est plus riche en sels que le lait ordinaire.

Le liquide qui s'échappe des mamelles après l'accouchement présente les caractères du colostrum encore pendant quelques jours. Ce n'est, en général, que huit jours après la parturition que l'on ne trouve plus, dans le lait, de corpuscules caractéristiques; mais on peut en rencontrer encore exceptionnellement vers le vingtième ou vingt-cinquième jour. Les accoucheurs ont fait la remarque que le colostrum disparaissait d'autant plus vite que le sujet était une bonne nourrice.

Selon M. Donné, l'examen microscopique du colostrum permettrait de prévoir quelle serait l'abondance du lait chez la femme. Ainsi, lors-

(*) Les petits globules transparents au centre et obscurs à la périphérie, sont les globules de lait; les gros globules, remplis de granulations qui leur donnent un aspect mûral, sont des corpuscules de colostrum.

(**) *b*, *c*, corpuscules de colostrum et globules de lait vus à un plus fort grossissement.

que le colostrum s'obtient facilement par la pression et avec abondance, ou bien quand il contient une matière jaune plus ou moins foncée, plus ou moins épaisse, tranchant par sa consistance et sa couleur avec le reste du liquide, ou lorsque le microscope le montre riche en globules laiteux, d'une bonne grosseur et contenant plus ou moins de corpuscules granuleux, on peut avoir presque la certitude, selon M. Donné, que la femme aura un lait riche et abondant. Mais cette vue n'a pas été justifiée par l'observation.

Le colostrum traduit une sorte d'essai de la glande pour l'exercice futur de la fonction. Il est pour la glande mammaire ce qu'est la bile pour le foie, bile imparfaite avant la naissance et qui concourt pour la plus grande part à la formation du méconium. Le colostrum n'est cependant pas dépourvu d'usage; il jouit de propriétés laxatives, sans doute en raison du volume de ses éléments solides, et concourt ainsi à l'expulsion du liquide méconial contenu dans l'intestin.

Lait. — Caractères physiques, microscopiques et chimiques. — Le lait a une couleur blanche avec un léger reflet bleuâtre. Sa saveur est sucrée et très-agréable. Il est alcalin à la sortie du mamelon; si quelques auteurs l'ont trouvé acide, cela tient sans doute à ce qu'ils plaçaient le papier sur un mamelon qui supportait du lait décomposé au contact de l'air. Sa densité est variable chez les divers animaux; elle est représentée par les chiffres suivants obtenus par Brisson :

Brebis	1040,0
Anesse	1035,5
Cavale	1034,6
Chèvre	1034,6
Vache	1032,4
Femme	1020,3

On voit que la densité du lait est toujours supérieure à celle de l'eau, ce qui tient aux substances dissoutes dans ce liquide; le beurre tend à diminuer cette densité, puisque les globules qui le contiennent et qui concourent à la formation de la crème surnagent. Il résulte de là qu'on peut écrémer un lait et y ajouter une certaine quantité d'eau, sans que le poids spécifique soit changé. Ce fait n'a pas échappé aux fraudeurs.

Sous l'influence de l'ébullition, il se forme à la surface du lait une pellicule très-azotée, et une substance solide semblable à de l'albumine coagulée tapisse le fond du vase. Au contact de l'air, le lait s'altère, devient acide et se coagule. Pour empêcher ou au moins retarder la coagulation, on peut employer les moyens suivants : On fait bouillir le lait, ou on place les vases qui le contiennent dans de l'eau froide, ou l'on dépose de la glace dans un couvercle creux qui ferme le vase. On peut le mélanger aussi avec du bicarbonate de potasse ou de soude dans la proportion de 1 gramme par litre. Signalons enfin deux précautions à prendre

pour retarder la coagulation : 1° celle d'éviter toute transvasation (Bouchardat); 2° celle de se servir de vases de grès ou de fer-blanc.

Quand le contact de l'air est prolongé, le lait se charge de vibrions ou de végétaux microscopiques qui peuvent lui donner des teintes particulières. La coloration la plus commune est la bleue. Pour M. Fuchs, cette coloration serait due à la présence d'un vibrion, le *Vibrio cyanogenus;* pour M. Robin, elle serait due à des filaments et à des spores d'algue du genre *Leptomitus*, ces filaments et ces spores étant d'un bleu violet. Quelquefois le lait est noir; pour M. Fuchs, cette teinte tiendrait à la présence du *Vibrio xanthogenus.*

Au microscope, le lait présente une multitude de globules, quelquefois en quantité si abondante qu'il n'y a pour ainsi dire pas d'intervalle entre eux. Leur volume varie de 0,001 à 0,020. Les plus petits sont animés de mouvements browniens, quand toutefois le lait ne présente aucune trace de coagulation. Ce sont ces globules qui donnent au lait sa coloration blanche, parce qu'ils réfléchissent la lumière sans l'absorber. Vus par réflexion sous le champ du microscope, ils paraissent nacrés; vus par réfraction, ils sont transparents au centre, obscurs à la périphérie. Pour la plupart des auteurs, les globules du lait sont constitués par une enveloppe contenant dans son intérieur de la matière grasse; ce qui semble le prouver, c'est que l'éther ne dissout le contenu de ces globules que si l'on a préalablement ajouté au lait de la soude ou de la potasse qui ont détruit l'enveloppe. Une autre preuve se tirerait encore du battage qui a pour résultat de rompre cette enveloppe, et de favoriser la réunion de la substance grasse en amas compacte constituant le beurre. Pour M. Ch. Robin, une telle enveloppe n'existerait pas, les globules de lait seraient demi-solides; si la graisse se présente sous cette forme, cela tiendrait à la nature des principes que celle-ci renferme, 68 pour 100 de margarine, corps solide, sur 63 pour 100 d'oléine et 2 pour 100 de butyrine, qui en sont les principes constituants, avec des traces de caprine, de caproïne, de capriline, et même d'hircine chez la chèvre. D'après cet auteur, pour constater l'absence de cette enveloppe, il suffirait de faire glisser l'une sur l'autre les deux lames de verre qui contiennent du lait entre elles; on doit voir alors un grand nombre de globules se fondre ensemble et donner ainsi lieu à des cylindres graisseux, plus ou moins contournés, et de volume variable. Nous devons avouer que cette expérience ne nous a jamais réussi.

Ces globules naissent au sein des cellules épithéliales qui tapissent les culs-de-sac de la glande mammaire. Comme toutes les cellules épithéliales glandulaires, celles-ci ont la propriété de soutirer au sang des matériaux spéciaux, seulement, ici, ce sont des matériaux qui traversent difficilement les membranes. On ne peut voir là qu'une attraction spéciale de la part de ces cellules, analogue à celle des cellules des glandes sébacées. La margarine et l'oléine qui constituent les globules se rencontrent dans le sang, où elles sont entrées avec le chyle. Quant à la butyrine, la

caprine et les autres principes gras analogues contenus dans le lait, ils n'existent pas dans le sang; il pourrait bien se faire que ces derniers principes fussent le résultat de modifications chimiques accomplies dans la mamelle même.

Selon M. Ch. Robin, les cellules épithéliales n'existeraient pas dans la glande mammaire lors de la lactation; c'est la raison pour laquelle cet auteur attribue exclusivement à la paroi propre des culs-de-sac la propriété d'attirer à elle les principes constitutifs du lait. Mais, si l'on ne distingue pas les cellules pendant la lactation, c'est qu'elles sont tellement chargées de globules laiteux, que leur contour, dépourvu de parois propres, a disparu.

Les globules sont à peu près les seuls éléments solides qu'on trouve dans le lait à l'état normal; rarement on y rencontre quelques cellules épithéliales, rarement quelques leucocytes, rarement quelques globules sanguins.

La composition immédiate du lait de femme est renfermée dans le tableau suivant, emprunté à M. Ch. Robin :

COMPOSITION IMMÉDIATE DU LAIT DE FEMME.

Eau		902,717 à 861,799		
Chlorure de sodium		0,240 à 0,340		
— de potassium		1,440 à 1,830		
Sulfate de potasse		Traces.		
— de soude		0,074 à 0,075		
Carbonate de soude		0,053 à 0,056		
— de chaux		0,069 à 0,070	4,863 à 6,751	
Phosphate de chaux, des os		2,310 à 3,440		
— de magnésie		0,420 à 0,640		
— de soude		0,225 à 0,230		
— de fer		0,032 à 0,070		
Lactate de soude (?)		0,420 à 0,450		
Beurre, 25 à 38 chez la femme, et 26 à 50 chez la vache	Margarine	17,000 à 25,840		
	Oléine	7,500 à 11,400		
	Butyrine, Caprine, Caproïne, Capriline	0,500 à 0,760	62,420 à 87,450	
Sels acides gras ou savonneux		Certains, mais non cherchés.		
Lactine		37,000 à 49,000		
Urée (chez la vache)		Quelques milligram.		
Caséine sèche		29,000 à 39,000		
Lacto-protéine		1,000 à 2,770	30,000 à 43,000	
Albumine		Traces à 0,880		

Le lait tient en outre en dissolution environ 30 centimètres cubes de gaz par litre, formés de $16^{cc},55$ d'acide carbonique, $12^{cc},16$ d'azote et $1^{cc},29$ d'oxygène (Hoppe).

Nous ne dirons rien de l'eau et des sels, nous nous contenterons de faire remarquer que, parmi ces derniers, le phosphate de chaux domine, ce qui explique la rapidité du développement du squelette. Il est en plus

grande quantité chez la femme que chez la vache. Après le phosphate de chaux vient le chlorure de potassium, qui, au contraire, est en plus faible quantité chez la femme que chez la vache.

Beurre. — La proportion de beurre, chez la femme, est très-variable, de 25 à 38 sur 1000 dans le tableau ci-dessus, et, selon MM. Vernois et Becquerel, elle serait de 6,66 à 56,42, moyenne 31,54 pour 1000. Cette dernière analyse a été faite avec le lait de quatre-vingt-neuf nourrices saines. Le lait de vache contient plus de beurre que le lait de femme, de 26 à 50 pour 1000, d'après l'analyse de M. Ch. Robin.

Sucre de lait (*lactine*, *lactose*). — Ce sucre diffère du sucre de glycose par deux équivalents d'eau. Il est soluble dans l'eau froide, insoluble dans l'alcool, l'éther, cristallise en prismes terminés par des pyramides quadrangulaires. Il réduit la liqueur de Bareswill, dévie à droite le plan de polarisation. Ce sucre est très-facilement altérable au contact de l'air et subit une fermentation qui le transforme en acide lactique. Quand la fermentation se prolonge, elle devient alcoolique.

Le lait de vache contient plus de sucre de lait que le lait de femme; le premier en renferme environ 52,5 pour 1000, le second 46,0.

Le sucre de lait n'existe pas dans le sang. Il est créé par la glande mammaire, probablement aux dépens des matières féculentes introduites dans l'économie; c'est ce que paraissent prouver, du moins, les expériences de M. Dumas, qui a vu que le sucre de lait n'existait pas chez les animaux se nourrissant exclusivement de viandes, et qu'on pouvait le faire apparaître en les soumettant à un régime féculent. Il est vrai de dire que Bensch a trouvé que chez les carnivores, la quantité de sucre de lait ne faisait que diminuer, mais ne disparaissait pas, et qu'on pouvait toujours l'obtenir à l'état cristallin.

Caséine. — La caséine est un principe tenu en dissolution dans le lait à la faveur de la soude qu'il contient; elle se trouve dans le lait dans la proportion de 28,8 chez la femme, de 48,6 pour 1000 chez la vache.

Les propriétés de la caséine sont les suivantes : Elle n'est soluble que dans l'eau alcaline; elle n'est pas précipitée par la chaleur, mais, au contact de l'air, elle donne naissance dans le lait à une pellicule qui ne se forme ni dans le vide ni au contact de l'hydrogène. La caséine est coagulée par un grand nombre de substances, en premier lieu par l'acide acétique; dans ce cas, l'acide acétique, s'unissant à la soude qui tient en dissolution la caséine, précipite celle-ci sous forme de filaments en réseaux, dont les mailles enveloppent les corps tenus en suspension dans le lait et notamment les globules laiteux. Quand la caséine se précipite, le sérum ou petit-lait s'échappe de la masse coagulée. La caséine se coagule aussi sous l'influence du tannin, de l'alcool, de la présure et de la pepsine, de la grassette (*Pinguicula vulgaris*), des fleurs de chardon et d'artichaut. La présure, la pepsine et la grassette sont surtout utilisées pour la fabrication des fromages, dont la caséine est la partie constituante.

Enfin, la coagulation de la caséine peut se faire spontanément au contact de l'air; elle est, dans cette circonstance, favorisée par la température élevée de l'atmosphère, les orages, les matières organiques en décomposition dans le lait, la nature des vases qui contiennent ce dernier. Les vases d'étain, de plomb, de zinc, de fer galvanisé, de cuivre, possèdent cette influence. La coagulation spontanée du lait est expliquée différemment par les auteurs. Pour la plupart, elle serait due à la production de l'acide lactique provenant de la décomposition du sucre de lait, substance facilement altérable à l'air; l'acide lactique se combinant à la soude, la caséine se précipiterait. Pour M. Pasteur, la coagulation spontanée du lait résulterait de l'action d'êtres organisés vivants, qui se développeraient dans ce liquide, et s'y multiplieraient avec une grande rapidité. Ces êtres seraient des végétaux microscopiques analogues à ceux de la levure de bière, et que M. Pasteur a désignés sous le nom de ferment lactique. Sans vouloir juger ces deux théories, disons au moins que cette dernière nous donne une explication satisfaisante de l'influence de l'ébullition sur la non-coagulation du lait, quand elle est fréquemment répétée. Elle agirait en détruisant la vitalité des ferments qui peuvent s'y trouver.

Indépendamment de la caséine, le lait contient encore, comme matière protéique, une petite quantité d'albumine coagulable par la chaleur; mais ce principe n'est pas constant.

MM. Millon et Commaille ont aussi découvert dans le lait une nouvelle matière albuminoïde à laquelle ils ont donné le nom de *lacto-protéine*. Cette substance n'est coagulable ni par la chaleur, ni par l'acide nitrique, ni par le bichlorure de mercure, ni par l'action combinée de l'acide acétique et de la chaleur; mais elle forme, au contact du nitrate mercurique très-acide, une combinaison insoluble qui renferme 20 pour 100 de bioxyde de mercure, et dont la formation peut servir à déterminer la quantité de lacto-protéine contenue dans le lait.

Enfin, le lait renferme un principe odorant, qui a pu être isolé par MM. Millon et Commaille. Ces auteurs, en agitant le lait avec trois ou quatre volumes de sulfure de carbone, ont vu que celui-ci se chargeait d'un principe aromatique. En le laissant évaporer spontanément, ils ont obtenu un résidu onctueux, presque impondérable, qui possède presque au plus haut degré l'arome contenu dans l'aliment de l'animal producteur du lait. Habituellement, c'est un parfum suave de fourrage, mais quelquefois aussi c'est une odeur désagréable due à l'ingestion de plantes nauséabondes, ou bien une odeur rance due aux altérations des aliments.

Il faut dire, toutefois, que le lait de vache est le seul qui présente cette particularité; le lait de chèvre et le lait de femme n'abandonnent jamais au sulfure de carbone qu'une matière dépourvue d'odeur.

TABLEAU COMPARATIF DES PRINCIPAUX ÉLÉMENTS QUI ENTRENT DANS LA COMPOSITION DU LAIT DE FEMME ET DE VACHE POUR 1000 GRAMMES.

NOMS DES ÉLÉMENTS.	FEMME.	VACHE.
Beurre	25 gr, 0	35 gr, 0
Sucre de lait	46 0	52 5
Caséine	28 8	48 6
Chlorure de potassium	0 70	1 30
Phosphate de chaux	2 50	1 80

Dans ce que nous avons dit sur la proportion des principes qui entrent dans la constitution du lait, nous n'avons eu égard pour les proportions comparatives qu'au lait de femme et au lait de vache, parce que ceux-là seuls, à vrai dire, intéressent le médecin. Le tableau ci-dessus, qui permet de voir d'un seul coup d'œil les différences entre ces deux laits, fait reconnaître que pour 1000 grammes de lait, les principaux éléments qui entrent dans sa constitution sont, à part le phosphate de chaux, en proportions plus fortes chez la vache que chez la femme. Or, l'expérience a démontré que le lait de vache n'était pas en harmonie avec la puissance digestive de l'entretien de l'enfant; pour le faire servir à l'allaitement dit artificiel, il est donc nécessaire de le rapprocher de la composition du lait de femme. Selon M. Coulier, on peut arriver à ce résultat en mêlant ensemble les éléments suivants :

Lait vendu à Paris	720,0
Crème	43,0
Sucre de lait	15,0
Phosphate de chaux, porphyrisé ou précipité	220,5
Total	1000,5

Cette formule serait la composition du lait de femme. Mais en pratique, on se contente, généralement, d'ajouter un tiers, un quart, la moitié d'eau, suivant l'âge de l'enfant, additionnée à peu près de la vingt-cinquième partie de son poids de sucre de canne. C'est toujours là, il faut le dire, une préparation défectueuse, à supposer même qu'on ait toujours du lait très-pur, ce qui est rare. D'après Trousseau, sur quatre enfants allaités artificiellement, il en meurt au moins un, et les autres risquent d'être rachitiques. « La diarrhée verte et les coliques, dit M. Lorain, les vomissements, le choléra infantum, l'émaciation, le facies senilis, l'entérite et le muguet et la mort enfin en sont trop souvent la conséquence. » En face de ces incon-

vénients aujourd'hui bien reconnus, surtout pour les sujets qui habitent les grands centres de population, on conçoit que le médecin doive user de toute son influence pour faire préférer à l'allaitement artificiel l'allaitement maternel ou au moins étranger.

Dans le but d'obvier aux inconvénients inhérents à l'allaitement artificiel, Liebig a eu l'idée de faire des préparations avec un certain nombre de substances azotées et non azotées contenant dans leur ensemble la même proportion d'oxygène, d'hydrogène, d'azote et d'eau que le lait de la femme. Ces préparations n'ont pas eu l'assentiment de l'Académie de médecine; elles ont, de plus, donné des résultats déplorables à M. Depaul, qui les a essayées sur quatre enfants; les quatre enfants sont morts. Quel que soit, à notre époque, le degré de perfectionnement des analyses chimiques appliquées à l'étude des liquides organiques, il est probable que, dans le lait, en particulier, il y a d'autres principes que ceux qu'on y a découverts jusqu'ici, et que ce lait factice n'est qu'une imitation très-imparfaite du lait naturel.

DES MOYENS EMPLOYÉS GÉNÉRALEMENT POUR ÉVALUER LES QUALITÉS ET LA QUANTITÉ DU LAIT DE FEMME. — Pour évaluer les qualités du lait d'une nourrice, en général, on se contente d'en recueillir dans une cuiller, et de constater son degré d'opacité et sa saveur. On a ainsi des renseignements approximatifs sur la quantité de sucre et de matière grasse que le lait contient. Mais, pour cette dernière connaissance, on arrive à un résultat plus certain par l'examen microscopique, qui montre d'une façon assez nette la proportion des globules contenus dans le lait, à la condition toutefois qu'on agitera préalablement le liquide, de façon à répartir les globules aussi également que possible dans la masse. Le nombre des globules doit être d'autant mieux pris en considération, pour évaluer la richesse du lait, que ce nombre est, en général, proportionnel, dans des laits normaux, aux principes caséeux et sucrés. Il faut savoir, cependant, qu'un lait peut être riche en matières grasses quand les globules ne sont pas très-nombreux, alors ces globules ont des dimensions très-considérables; le volume ici compense le nombre.

Un moyen, encore des plus simples pour constater la richesse du lait en globules laiteux, c'est de mettre une goutte de lait sur une lame de verre ou même sur l'ongle, puis de placer la lame de verre ou l'ongle dans un plan vertical; si la goutte ne glisse pas sur le plan déclive sur lequel elle est posée, c'est qu'elle possède de nombreux globules gras, et si elle glisse, elle le fera d'autant plus facilement qu'elle contiendra moins de globules.

Enfin, pour évaluer la richesse du lait en matière butyreuse, M. Donné a inventé un instrument appelé lactoscope ou galactoscope. Cet instrument consiste en une sorte de lorgnette composée de deux tubes entrant l'un dans l'autre, et munis de deux verres parallèles qui se rapprochent jusqu'au contact, ou s'éloignent plus ou moins l'un de l'autre à volonté, au moyen d'un pas de vis très-fin. Un petit entonnoir, placé à la partie

supérieure, communique avec l'espace que les deux lames de verre peuvent laisser entre elles; au côté opposé est adapté un manche qui sert à tenir l'instrument. Le tube intérieur, se vissant dans l'autre tube, porte des divisions au nombre de 50 et des chiffres qui indiquent la richesse du lait en matières grasses. Lorsque les deux lames sont en contact, l'instrument marque zéro. On part de ce point. On introduit, le lait bien mélangé, dans le petit entonnoir, et l'on écarte les deux verres l'un de l'autre en faisant jouer la vis de droite à gauche : le lait descend dans l'espace vide et forme une couche égale à l'écartement des deux lames. On regarde à travers cette couche la flamme d'une bougie placée à un mètre de distance de l'œil, et l'on fait marcher la vis dans un sens ou dans un autre, jusqu'à ce que l'on ait trouvé le point précis où la flamme cesse d'être visible. On lit ensuite sur les divisions du tube le chiffre auquel on s'est arrêté. Le lait de femme, quand il est très-riche, marque de 20 à 25 au lactoscope. Le lait ordinaire marque 30 à 35, et le lait de mauvaise qualité marque 40 et au delà.

L'emploi de tous ces moyens destinés à nous faire connaître la richesse du lait ne peut jamais fournir que des probabilités, et si l'on veut arriver à une certitude absolue, il faut recourir aux méthodes d'analyse empruntées à la chimie, tant celles qui s'appliquent à la recherche du beurre qu'à celles qui s'appliquent à la caséine, au sucre de lait. (Voyez surtout article LAIT du *Dictionnaire encyclopédique* et le *Traité de chimie générale et analytique* de MM. Pelouze et Fremy.)

Pour évaluer la quantité de lait sécrété par la femme, on a proposé d'aspirer le lait des mamelles à l'aide d'un appareil de caoutchouc faisant office de ventouse. M. Lampierre, qui a mis ce moyen en usage, a vu qu'en opérant ainsi de deux heures en deux heures, on pouvait obtenir chaque fois, terme moyen, 50 à 60 grammes de lait de chaque sein, ce qui ferait de 1200 à 1400 grammes dans les vingt-quatre heures. Comme exemple d'une sécrétion abondante, cet auteur cite le cas d'une femme de constitution lymphatique qui a fourni de la sorte, dans les vingt-quatre heures, 2^{k},144.

Un autre moyen d'apprécier la quantité de lait contenue dans le sein d'une femme consiste à peser l'enfant avant et après qu'il a pris le sein; la différence de poids indique, en général, la quantité de lait que contenait le sein. Seulement il peut se faire, dans cette expérience, que toute la glande mammaire n'ait pas été débarrassée de son contenu. Les résultats obtenus par MM. Natalis Guillot et Bouchaud à l'aide de ce procédé sont toutefois des plus intéressants, car ils nous font connaître la quantité de lait nécessaire à un enfant pour son alimentation. D'après les recherches de N. Guillot, la quantité de lait que peuvent fournir de bonnes nourrices dans un temps donné serait considérable. Des enfants de quelques semaines en prendraient généralement au moins 1000 grammes, et, après deux mois, 1500 à 2000 grammes en vingt-quatre heures. Selon M. Bouchaud, ce chiffre serait exagéré; la quantité de lait ne s'élevait,

dans ses expériences, qu'à 1000 grammes à peine avec des enfants de six mois se développant régulièrement. Ces différences tiennent à ce que les chiffres de N. Guillot sont le résultat de la pesée d'une première tetée prise comme le poids moyen des suivantes, tandis que les chiffres de M. Bouchaud représentent la moyenne de toutes les pesées.

La quantité de lait extraite du sein par le nouveau-né est d'autant plus considérable qu'on s'éloigne de l'accouchement. Tels sont, d'après M. Bouchaud, les chiffres représentant les moyennes de la quantité de lait prise chaque jour par l'enfant depuis la naissance jusqu'à neuf mois :

Premier jour	30	grammes.
Deuxième jour	150	—
Troisième jour	450	—
Quatrième jour	550	—
Après le premier mois	650	—
Après le troisième mois	750	—
Après le quatrième mois	850	—
De six à neuf mois	950	—

D'après M. Bouchaud, chez des enfants dont le développement était normal et qui tetaient de huit à dix fois par jour, le poids moyen de la tetée a été successivement de 3, 15, 40, 55 grammes pendant les quatre premiers jours, de 60 à 80 pendant les premiers mois, de 100 à 130 grammes après cinq mois. Ce serait là, en moyenne, la quantité de lait supposée nécessaire pour que l'enfant augmente; au-dessous de cette quantité, il dépérirait plus ou moins vite. Rien n'est facile, par conséquent, quand il y a doute sur la quantité de lait fournie par une nourrice, comme l'emploi de ce procédé.

La méthode des pesées est utile aussi pour juger de la qualité du lait; si le lait réunit toutes les conditions convenables, à supposer que l'enfant ne soit pas maladif, l'enfant perd en général de son poids pendant les deux premiers jours, 65 grammes en moyenne le premier jour, 35 grammes le deuxième, ce qui tient à ce qu'il a expulsé du méconium; à partir du troisième jour, son poids va croissant. Cet accroissement est très-rapide pendant les premiers mois; il l'est un peu moins après le cinquième. Il peut s'élever en moyenne, d'une semaine à l'autre, dans les premiers mois, de 130 à 160 grammes, et, après le cinquième, de 90 à 120 grammes.

DES DIVERSES INFLUENCES QUI AGISSENT SUR LA QUALITÉ ET LA QUANTITÉ DU LAIT. — AGE DE LA MÈRE. — Suivant MM. Becquerel et Vernois, le lait des nourrices de quinze à vingt ans contiendrait plus de parties solides que celui des nourrices de trente à quarante ans; ce serait dans la période de vingt à trente ans que l'on rencontrerait surtout les proportions des principes constitutifs les plus favorables pour la nutrition de l'enfant.

CONSTITUTION DE LA MÈRE. — En général, une constitution robuste est l'indice que la femme qui la possède sera une bonne nourrice. Mais il y a sous ce rapport de nombreuses exceptions, car, d'une part, on voit de-

femmes qui ont tous les attributs d'une riche constitution n'avoir que peu de lait, et n'élever que des enfants chétifs; d'autre part, on voit des femmes grêles et délicates élever leur nourrisson avec tout le succès désirable. Dans ce genre d'appréciation, le volume des seins paraît avoir une importance plus grande que la constitution : il est rare, en effet, qu'une femme dont les seins sont normalement volumineux en dehors de l'état de l'état de grossesse n'allaite avantageusement. D'après les analyses de M. L'Héritier, le lait des femmes brunes serait plus riche en principes nutritifs que le lait des femmes blondes; les recherches de ce médecin ont été confirmées par celles de MM. Vernois et Becquerel.

Quant aux dents, il n'y a lieu d'attacher de l'importance à leur intégrité qu'autant que leurs altérations seraient liées à l'existence d'une diathèse ou d'une affection des voies digestives.

Manière de vivre. — Les écarts de régime, une nourriture insuffisante, les privations, les fatigues excessives, les veilles prolongées, compromettent toujours l'allaitement, dans les classes pauvres comme dans les classes aisées de la société. Il résulte des observations de M. Play-Fair que les exercices musculaires contribuent à augmenter la proportion de caséine dans le lait et à diminuer la quantité de beurre.

Époque de la lactation. — La composition du lait présente des modifications, quand on l'examine aux diverses époques de l'allaitement. Dans un tableau que Simon a donné, tableau indiquant la composition du lait depuis le deuxième jusqu'au cent trente-sixième jour, on y voit les variations suivantes : La densité va diminuant jusqu'au soixante-septième jour, elle augmente à partir de cette époque, puis diminue de nouveau, et au cent trente-sixième jour, elle est redevenue ce qu'elle était au deuxième. — L'eau augmente pendant tout le temps de l'observation, mais inégalement d'un jour à l'autre. — La caséine diminue les premiers jours, puis elle reste à peu près dans les mêmes proportions. — La proportion de sucre diminue depuis le commencement jusqu'à la fin. — Le beurre diminue, mais dans des proportions moins fortes que le sucre. — Les sels diminuent d'abord, puis, au bout d'un certain temps, augmentent. En somme, le lait s'appauvrit avec le temps, puisque l'eau augmente et que les principes importants, caséine, sucre, beurre, diminuent ou restent stationnaires. On a attribué à l'appauvrissement du lait vieux les poussées d'impétigo, d'eczéma, d'érythème (gourmes et croûtes laiteuses) que l'on constate souvent chez les enfants. C'est là une assertion qui est loin d'être vraie; un lait trop riche paraît, au contraire, bien plus sûrement être la cause de ces accidents, c'est ce que semble du moins démontrer leur fréquence chez les sujets allaités au biberon avec du lait de vache peu coupé.

En général, l'allaitement ne se prolonge guère au delà de dix-huit mois, deux ans. Alors le lait est pauvre en principes nutritifs, la femme est plus ou moins affaiblie et le lait se tarit presque naturellement. Mais il n'en est pas toujours ainsi; il y a des nourrices qui peuvent allaiter avec succès deux ou trois enfants de suite. Desormeaux parle d'une femme

qui nourrit pendant sept ans. Kennedy cite le fait d'une femme plus extraordinaire encore; celle-ci n'avait pas cessé d'allaiter à soixante-treize ans; la lactation chez elle avait duré sans interruption depuis 1778 jusqu'à 1825.

En raison même des différences que le lait présente à des époques variables à partir de l'accouchement, différences qui s'harmonisent sans aucun doute avec les conditions organiques de l'enfant, on comprend combien il est important, quand il s'agit du choix d'une nourrice, d'en prendre une qui soit accouchée au même moment que la mère, ou à quelques jours près.

ALLAITEMENT MATERNEL ET ÉTRANGER. — L'allaitement maternel a un avantage immense sur l'allaitement étranger; c'est là l'opinion de la plupart des médecins. Le lait de la mère, en effet, emprunte sa constitution à un sang qui déjà a fourni à l'enfant, alors qu'il était fœtus, les matériaux de sa nutrition et de son développement. Il est donc naturel de penser que le lait maternel réunira préférablement les conditions convenables pour un bon allaitement que celui d'une nourrice étrangère. On en a du reste souvent la preuve. Ainsi, quand des enfants bien portants sont obligés, à propos d'une maladie de la mère, de quitter le sein de celle-ci pour prendre celui d'une autre nourrice, il faut quelquefois en essayer deux, trois et même quatre, comme je l'ai vu une fois, pour en trouver une qui ait le même succès que la mère. Ajoutons qu'on a vu quelquefois le lait de certaines femmes donner des convulsions à des enfants qui leur étaient étrangers, quand il n'en donnait pas aux siens propres (Andral, *Leçons orales*).

INSTANT OU LE LAIT EST RECUEILLI. — Il résulte des expériences faites par M. Péligot sur le lait d'ânesse et de vache, que le lait est plus riche en beurre à la fin de la traite qu'au commencement. Il faut toutefois que le lait séjourne pendant un certain temps dans les mamelles. Les mêmes résultats ont été obtenus chez la femme par M. Reizet.

NOURRITURE. — Les expériences sur les animaux ont fait voir que quand la nourriture est insuffisante, il y a diminution du chiffre de beurre et de caséine et augmentation de l'eau (Doyère, Vernois et Becquerel). Dans l'abstinence complète, selon Haller, le lait cesse d'être fourni par les mamelles. Péligot, dans son Mémoire sur le lait des ânesses, a indiqué que l'alimentation des betteraves était celle qui donnait le lait le plus riche. puis viendraient la luzerne et le froment mélangés, en dernier lieu les carottes. De semblables expériences n'ont pas été faites chez la femme: tout ce que l'on peut dire, c'est qu'une nourriture substantielle est la première chose à exiger de la femme qui allaite; cette nourriture, du reste, est d'autant mieux acceptée, qu'en général la lactation provoque vivement la sensation de la faim.

Pour M. Lorain, le choix du genre d'alimentation, quand elle est confortable, serait sans importance. Cet auteur insiste surtout sur la nécessité qu'il y a de ne pas changer le régime des nourrices. « Une alimentation

devenue tout à coup trop féculente, trop azotée, un changement brusque de régime, lorsque de la campagne les nourrices viennent habiter la ville, peuvent avoir une influence fâcheuse sur l'ensemble de leur santé et sur les qualités du lait. »

Parmentier et Deyeux, ont, de leur côté, observé que chez les vaches un brusque changement de régime était toujours suivi de diminution dans la sécrétion lactée, les nouveaux aliments fussent-ils plus succulents que les anciens.

Quelques auteurs ont cru que l'emploi d'une certaine quantité de sel commun dans la ration des vaches augmentait de beaucoup la proportion de lait sécrété, mais il résulte des recherches faites à ce sujet par M. Boussingault, de celles plus récentes de MM. Baudement et Béhague, que ce condiment est sans influence sur le rendement de l'appareil mammaire.

Menstruation. — Nous avons vu (page 245) qu'en général les règles ne réapparaissaient point pendant l'allaitement, mais qu'il y avait aussi à cet égard des exceptions. Pendant fort longtemps, on a accordé à cette réapparition une influence défavorable sur la constitution du lait, et l'on pensait que ces modifications pouvaient devenir pour l'enfant l'origine d'accidents graves. Les recherches de M. Raciborski ont fait voir combien il y avait d'exagération à ce sujet. De ces recherches, il résulte que : 1° le lait des nourrices qui continuent à être menstruées pendant l'allaitement ne diffère pas sensiblement, sous le rapport de ses qualités physiques, de sa réaction chimique et de son aspect microscopique, du lait des nourrices non réglées; 2° la seule particularité que semblent présenter les nourrices réglées consiste en ce que leur lait paraît être généralement moins riche en crème pendant la durée de l'évacuation menstruelle que dans l'intervalle des époques des règles; 3° la continuation des règles chez une nourrice ne semble avoir aucune influence sensible sur la santé des enfants; généralement, ceux-ci ne se trouvent pas indisposés au moment de la menstruation; 4° enfin, eu égard à la surexcitation nerveuse qui accompagne généralement, quoiqu'à différents degrés, les époques menstruelles, on doit surveiller davantage les nourrices menstruées pendant les règles et les mettre à l'abri de toutes les impressions morales vives qui pourraient réagir plus vivement sur le système nerveux du nourrisson. De ces considérations, M. Raciborski conclut que la menstruation chez une nourrice ne peut être une cause sérieuse pour la renvoyer, comme le pensent quelques médecins.

On a dit que les menstrues éliminaient de l'organisme une certaine quantité de phosphate de chaux et détournaient ainsi cette substance de la mamelle, de là une prédisposition au rachitisme. Mais cette cause de rachitisme est loin d'être démontrée.

Grossesse. — La grossesse, survenant dans le cours de la lactation, altère constamment les qualités du lait, ainsi que le prouvent les changements survenus dans la santé de l'enfant. « Une grossesse, dit Cazeaux, est toujours incompatible avec un bon allaitement, aussi faut-il le suspendre

aussitôt qu'elle est constatée. Il est à remarquer cependant que certaines femmes ont pu élever leurs enfants pendant tout le temps de leur grossesse. » Van Swieten rapporte qu'une femme nourrissait encore un enfant d'un an quand elle accoucha. Carpenter dit que, chez quelques peuples, les femmes ont l'habitude d'allaiter leurs enfants jusqu'à l'âge de deux ou trois ans, lors même qu'une nouvelle grossesse survient pendant cette période, en sorte que la sécrétion du lait devient continue.

Les grossesses antérieures paraissent avoir une certaine influence sur la quantité du lait. En général, celui-ci est plus abondant après la deuxième et la troisième qu'après la première.

Coït. — Hippocrate, Galien et Ætius pensaient qu'on devait éloigner les nourrices de tout commerce conjugal. Cette sentence est par trop sévère. Le coït modéré n'a pas de conséquences fâcheuses sur l'état du lait ou sur la constitution de l'enfant. Il ne nuit que s'il y a excès, ou si la femme est très-excitable. Dans l'un et l'autre cas, il diminue les forces de la nourrice et appauvrit son lait; dans le second cas, il peut encore être la cause d'accidents nerveux pour l'enfant, tels que des convulsions, comme le prouve un fait cité par M. Bouchut.

État moral de la femme. — L'influence de l'état moral de la femme sur l'état du lait est hors de doute. Les impressions douces et affectives de la femme ont, en général, une influence favorable sur la quantité et la qualité du lait. Ainsi, il suffit souvent qu'une femme pense au bonheur qu'elle a d'être mère pour que le lait monte; ainsi, on voit souvent des nourrices qui, renvoyées de Paris faute de lait, allaitent des enfants avec le plus grand succès dès qu'elles ont regagné leur pays, leur demeure, et retrouvé au milieu de la famille des joies que la nécessité leur avait fait un devoir de sacrifier. Ces influences morales s'exercent aussi sur les animaux; un grand nombre de femelles ne donnent du lait qu'en vue de leur nourrisson, et Levaillant, dans ses *Voyages en Afrique*, assure même que lorsque le veau périt, on fait de sa peau un mannequin qui sert à tromper la vache.

Chez la femme, les impressions tristes, dépressives, agissent en sens inverse des impressions douces; une nourrice sans cesse inquiète sur la santé de son enfant ou en proie à quelque chagrin qui la poursuit, ou allaitant son enfant non poussée par l'instinct maternel, mais par contrainte, est en général une mauvaise nourrice. La colère, la frayeur, peuvent momentanément altérer la constitution du lait, ainsi que le prouvent les malaises, l'agitation fréquente des enfants, après que le sein a été pris chez les femmes animées de ces divers sentiments. La sécrétion laiteuse peut même, dans ces cas, être suspendue totalement. M. Bouchut rapporte que, chez une femme qui vit son enfant faire une chute, le lait s'arrêta, et il ne reparut que lorsque l'enfant, revenu à lui, essaya de reprendre le sein. Enfin il paraîtrait que les émotions morales, quand elles sont habituelles, pourraient même rendre une mère incapable de nourrir son enfant. On raconte qu'une femme prompte à la colère perdit dix enfants qu'elle avait nourris successivement; le onzième

enfant eut une nourrice étrangère, et celui-ci conserva la santé et la vie. Selon MM. Vernois et Becquerel, l'altération qui surviendrait dans le lait des femmes dont le moral est exalté consisterait dans l'augmentation de l'eau et la diminution du beurre.

INFLUENCE DES MALADIES SUR LA SÉCRÉTION DU LAIT ET RÉCIPROQUEMENT. — Les affections nerveuses avec exaltation des propriétés des centres ont la même influence sur la sécrétion du lait que les excitations morales non morbides. On doit à Parmentier et Deyeux une observation très-curieuse d'altération presque subite du lait, qui, en moins de deux heures, perdait son opacité et devenait visqueux comme du blanc d'œuf, toutes les fois que la femme qui le fournissait était en proie à des attaques de nerfs; ce phénomène s'est reproduit à plusieurs reprises dans l'intervalle de deux mois.

Dans toutes les maladies aiguës ou chroniques, principalement cependant dans les dernières, la proportion des matières solides augmente, en même temps que diminue la proportion d'eau; c'est là une altération qui expose l'enfant à des indigestions, à des phlegmasies intestinales.

Dans le frisson initial de la fièvre, dans les phlegmasies aiguës, la sécrétion lactée est suspendue quelquefois pendant dix-huit, vingt-quatre heures et plus; puis, le lait, en général, réapparaît avec un aspect séreux. Si c'est une fièvre éphémère, tout rentre bientôt dans l'ordre. Mais s'il s'agit d'une fièvre qui persiste et se rattache à un état général grave de l'organisme, fièvre typhoïde, variole, etc., la sécrétion lactée se supprime insensiblement, quand toutefois elle ne s'est pas supprimée définitivement dès le frisson initial. Dans le choléra, la sécrétion du lait se tarit, mais de nombreux faits prouvent qu'après la guérison elle peut revenir.

D'après MM. Vernois et Becquerel, dans la phthisie pulmonaire sans diarrhée, le lait s'écarterait peu de ses conditions normales; quand la diarrhée survient, le beurre diminuerait d'une façon notable.

Rees dit avoir trouvé de l'albumine dans le lait d'une femme atteinte de maladie de Bright.

Dans l'ictère, on retrouve la matière colorante de la bile, facile à déceler avec l'acide nitrique.

Les affections locales du sein ont une influence notable sur les modifications du lait. MM. Fournier et Bégin regardent le lait comme constamment nuisible dans les cas de phlegmon du sein. Dans ces circonstances, M. P. Dubois a vu survenir chez les nourrissons des érysipèles et des abcès gangréneux. Les abcès de la mamelle versent souvent dans le lait une partie de leur contenu. C'est là un accident fâcheux qui amène constamment la mort de l'enfant, si on ne le soustrait pas à cette influence.

Les virus et les miasmes introduits dans l'économie ne paraissent pas passer dans le lait et influencer sa composition. Les cas signalés d'enfants qui ont pris la variole ou la fièvre intermittente par le lait de la mère sont fort douteux. On a surtout accusé le virus syphilitique de passer dans

le lait et de communiquer la syphilis à l'enfant par l'intermédiaire de ce liquide : c'est là une erreur ; l'infection, quand elle n'est point transmise par hérédité, n'est jamais communiquée de la mère à l'enfant que par des lésions syphilitiques primaires ou secondaires siégeant, soit sur le sein, soit sur d'autres parties. Nous ne voulons pas dire par là que les affections virulentes et miasmatiques ne soient pas à même d'influencer la constitution du lait, mais c'est alors d'une façon indirecte, en débilitant l'économie. Ainsi, c'est à cette cause que tient la diminution des éléments solides du lait, du beurre surtout, chez les nourrices syphilitiques, fait qui a été constaté par MM. Vernois et Becquerel.

Si certaines maladies ont une influence sur la lactation, la lactation a aussi une influence sur certaines maladies. Elle est une cause prédisposante de la manie puerpérale ; par l'affaiblissement qu'elle entraîne avec elle chez certaines femmes, elle conduit à la phthisie, la scrofule, l'anémie, ou aggrave ces affections si elles existaient préalablement. C'est surtout dans les cas de galactorrhée (écoulement considérable de lait) qu'on voit la lactation avoir cette funeste influence. Il est vrai de dire que fort souvent la lactation, au lieu d'être nuisible à la mère, exerce une influence favorable sur sa santé. Selon M. Jacquemier, un certain nombre de femmes sujettes à des congestions sanguines, à des manifestations névralgiques du côté des ovaires et de l'utérus, se trouvent débarrassées de ces accidents après une ou deux grossesses suivies d'allaitement. D'autres, dyspeptiques, névropathiques, chloro-anémiques, sont presque complétement transformées par la grossesse et l'allaitement.

INFLUENCE DES SUBSTANCES ÉTRANGÈRES INTRODUITES DANS L'ORGANISME. — Comme la plupart des sécrétions, la sécrétion mammaire élimine un certain nombre de matériaux introduits accidentellement dans l'économie et qui, ne servant point directement à la nutrition des tissus, sont réputés étrangers. Cette question a acquis depuis quelques années une très-grande importance ; vu la difficulté qu'il y a de pouvoir administrer aux nouveau-nés les médicaments sous forme de pilules, de poudres ou de potions, on a songé à faire passer dans le lait des animaux, de la vache surtout, certains agents thérapeutiques, qui, par l'intermédiaire de ce véhicule, sont pris facilement par l'enfant. Au début de ces tentatives, on ne tarda pas à remarquer que, quand on administrait des médicaments aux animaux, leur lait perdait en abondance et en qualité ; il contenait plus de beurre, mais moins des autres parties solides ; il prenait toujours, quand on le chauffait, une couleur café au lait ; enfin, les mamelles diminuaient assez rapidement de volume et finissaient par se tarir. Mais MM. Labourdette et Bouyer ont su depuis parer en partie à ces inconvénients ; ils ont créé des établissements spéciaux, dans lesquels ils agissent thérapeutiquement sur les vaches employées, et sont parvenus, de cette façon, à maintenir la sécrétion lactée dans un état convenable.

Le nombre des substances retrouvées dans le lait, aujourd'hui, est grand. Nous énumérerons seulement les principales :

oine (Lewald).
(Hertwig et Labourdette).
de bismuth (Chevalier. O. Henri, Lewald).
).
oseleur).
Péligot).
t).
enry, Lewald, Harnier).
er).

on doit élever des doutes sur sa pré-
ues sels mercuriels dans ce liquide n'a pu
nombre d'observateurs. Péligot n'a pu re-
ne ânesse et d'une chèvre la moindre trace de
quoiqu'elles aient absorbé, l'une cinq grains, l'autre
e ce sel. Les mêmes résultats négatifs ont été obtenus
me par MM. Lutz, Reveil, Personne, qui, à la demande de
rier, ont bien voulu faire une série d'expériences. Malgré la va-
e des procédés que ces auteurs ont employés, ils n'ont pu constater la moindre trace de mercure chez certaines femmes traitées pour la syphilis par le proto-iodure de mercure ou la liqueur de van Swieten. On comprend donc combien est illusoire cette méthode indirecte de traitement, qui consiste à faire prendre à un enfant syphilitique le sein d'une nourrice mise au traitement mercuriel, méthode qui eut cependant pour défenseur Astruc, Fabre, Burton, Rosen, Faguier et Doublet.

On a aussi signalé dans le lait la présence de principes odorants, gustatifs, colorants et purgatifs.

Les principes odorants constatés dans le lait sont ceux de l'ail, du thym, du choux, du navet, de l'asperge, des semences d'anis.

Les principes gustatifs sont ceux du marron d'Inde, des feuilles d'artichaut, de la fleur de châtaignier, de l'absinthe.

Les principes colorants sont ceux du safran, de la garance.

Les principes purgatifs sont ceux de la gratiole, de l'euphorbe.

Signalons enfin l'influence fort hypothétique accordée à certaines substances ou à certaines préparations qui auraient, les unes la propriété de diminuer ou de tarir le lait (antilaiteuses), les autres, la propriété de le faire paraître ou de l'augmenter (agents galacto-poiétiques). Parmi les premières, nous citerons la menthe, la pervenche, la canne de Provence, le persil, le petit-lait de Weiss, les liniments camphrés ou ammoniacaux. Parmi les secondes, nous citerons la cascarille, le fenouil, les lentilles, les cataplasmes de mercuriale, de jatropha curcas, de pimprenelle. Mais de tous les moyens galacto-poiétiques, le seul qui soit digne d'attention,

après toutefois celui qui consiste à donner aux nourrices une bonne alimentation, et le grand air, est l'électricité. Cet agent a fourni d'excellents résultats dans les mains d'Aubert et de Becquerel.

Usages du lait. — Le lait est la nourriture naturelle des enfants nouveau-nés; sous ce point de vue, il représente un aliment complet. Il renferme en effet les principes immédiats azotés et non azotés, en quantité et en proportion convenables, pour qu'il puisse seul, sans aucune autre alimentation, suffire à l'entretien et au développement du jeune enfant. Sous ce rapport, le lait diffère radicalement de toutes les autres humeurs, qui ne possèdent jamais dans leur constitution un mélange aussi exact de principes indispensables à la vie.

En second lieu, le lait des animaux est pour l'homme un excellent aliment que celui-ci utilise, soit tel qu'il est retiré de l'animal, soit à l'état de beurre, de crème, de fromage, de petit-lait. Son importance dans l'alimentation est telle, qu'on s'est évertué, pour le conserver dans les pérégrinations lointaines, à lui faire subir une série de préparations, soit sous forme liquide (Appert, Mabru, Bethel), soit sous forme sirupeuse ou mielleuse (Martin de Lignac), soit sous forme de tablettes et de poudres (Braconnot, Grimaud, Keller).

Le goût agréable du lait, la part qu'il prend de nos jours dans les raffineries culinaires, la facilité avec laquelle se digère cet aliment, font qu'à notre époque la consommation du lait est immense. D'après l'Annuaire du bureau des longitudes, la quantité de lait consommé à Paris, en 1857, dépassait déjà 250 000 litres. Aujourd'hui que les voies ferrées l'amènent à la capitale de presque toutes les parties de la France, ce chiffre s'est notablement accru; il est au moins de 500 000 litres.

Le lait a été employé à titre d'agent thérapeutique dans un grand nombre de cas, consignés dans le tableau suivant :

Convalescence des maladies aiguës.
Affections inflammatoires ou subinflammatoires des maladies du foie.
Ulcères simples de l'estomac (Cruveilhier, Rokitansky, Schutzenberger).
Dysenterie chronique et diarrhée chronique, liée à l'entérite (Pécholier, Auphan, Renaud de Loche, etc.).
Anévrysme actif du cœur (Pécholier).
Hydropisie ascite (Chrestien (de Montpellier), Segond, Belonino, Serres (d'Alais), Foussgrives, Guinier, Pécholier).
Épilepsie (Tissot, Cheyne, Chrestien, Delasiauve, Creydin).
Hystérie (Sydenham).
Goutte (Sydenham, Barthez, Zimmermann).
Variole, Syphilis (Vandenzande, Fritz).

De plus, le lait est employé en bains locaux, fomentations, injections (dans l'urèthre, le conduit auditif), gargarismes.

En pharmacie, il sert comme véhicule et dissolvant de certaines sub-

stances, telles que la manne, la scammonée (potion de Planche). Enfin, en toxicologie, le lait est le contre-poison banal contre des champignons vénéneux; il a été vanté comme antidote de l'hydrochlorate d'étain et du sulfate de zinc (Guérard), du plomb (Rapin), de la noix vomique (Gorré).

Index bibliographique (Lactation). — CH. ROBIN, *Sur la corrélation existant entre le développement de l'utérus et celui de la mamelle* (*Comptes rendus des séances de la Société de biologie*, 1850). — IDEM, *Traité de chimie anatomique*. — IDEM, *Leçons sur les humeurs normales et morbides du corps de l'homme*, année 1867. — GAILLET, *Sur deux cas de coïncidence du développement anormal de la mamelle chez l'homme avec une tumeur cancéreuse de l'épididyme* (*Bull. de la Soc. de biol.*, ann. 1851). — BUFFON, *Histoire naturelle des mammifères*, article CHIEN. — DE HUMBOLDT, *Relation historique d'un voyage aux régions équinoxales du nouveau continent*. — COLIN, *Traité de physiologie comparée des animaux domestiques*. — SCHLOSSBERGER, *Analyse der Milch eines Bocks* (*Ann. der Chimie und Pharmacie*, 1844). — AUDEBERT, *Sécrétion du lait, etc.* (*Journal de la Société de médecine pratique de Montpellier*, 1840). — MORGAGNI, *Adversaria anatomica*, V, *Animadversio*, I, *Opera omnia*, t. I. — N. GUILLOT, *De la sécrétion du lait chez les enfants nouveau-nés* (*Archives générales de médecine*, 1853). — GUBLER, *Mémoire sur la sécrétion et la composition du lait chez les enfants nouveau-nés des deux sexes* (*Mém. de la Société de biologie*, 2e série, 1855). — ECKHARD, cité par CL. BERNARD, *Leçons sur les propriétés physiologiques et les altérations pathologiques des liquides de l'organisme*. — DONNÉ, *Du lait*. Paris, 1837. — IDEM, *Conseils aux mères sur la manière d'élever les enfants nouveau-nés, ou de l'éducation phys. du premier âge*. Paris, 1842. — IDEM, *Cours de microscopie*, 1844. — LASSAIGNE, *Examen chimique du lait de vache avant et après le part* (*Ann. de chimie et de phys.*, 1832, t. XLIX). — CLEMM, *Milch*. in *Wagner's Hand wörterb. der Physiol.*, t. II. — CH. ROBIN, *Leçons sur les humeurs*. — LAMPÉRIERRE, *Des moyens de reconnaître la quantité et la qualité de la sécrétion lactée chez la femme* (*Compt. rend. de l'Ac. des sc.*, 1850). — BOUCHARDAT et QUEVENNE, *Du lait*. 1er fascic., *Instruct. sur l'analyse du lait*; 2e fascic., *Du lait de la femme et d'ânesse*. Paris, 1857. — FUCHS, *Beiträge zur näheren Kenntniss der gesunden und fehlerhaften Milch der Hausthiere* (*Magazin für die gesammte Thierheilkunde*, *Jahr* 7, d'après Simon). — HOPPE, *Untersuchungen über die Bestandtheile der Milch und ihre nächsten Verzeizungen*, in *Virchow's Archiv*, t. XVII, 1859. — BECQUEREL et VERNOIS, *Recherches sur le lait* (*Ann. d'hygiène publique*, 1853, t. XLIX). — COULIER, article LAIT du *Dictionnaire encyclopédique*. — DUMAS, *Constitution du lait des carnivores* (*Comptes rendus de l'Académie des sciences*, t. XXI, 1845). — BENSCH, *Ueber die Gegenwart des Milenshers in der Milch der Fleischfresser* (*Annales de chimie et de pharmacie*, 1847, t. LXI). — PASTEUR, *Mémoire sur la fermentation appelée lactique* (*Annales de physique et de chimie*, 1853, t. II). — IDEM, *Mémoire sur les corpuscules organiques qui existent dans l'atmosphère* (*Annales des sciences naturelles*, 1861, t. XVI). — TROUSSEAU, *De l'allaitement et de la première dentition des enfants et du sevrage* (*Clinique médicale de l'Hôtel-Dieu*, 1862). — MILLON et COMMAILLE, *Nouvelle substance albuminoïde contenue dans le lait* (*Comptes rendus de l'Académie des sciences*, t. LIX, 1864). — LIEBIG, *Sur la préparation d'un lait artificiel offrant un aliment plus approprié que la bouillie aux besoins des enfants* (*Comptes rendus de l'Académie des sciences*, t. LXIV, 1869), et *Discussions à l'Académie* (*Bulletins*, t. XXXII, 1867). — NATALIS GUILLOT, *De la nourrice et du nourrisson* (*Union médicale*, 1852). — BOUCHAUD, *De la mort par inanition et études expérimentales sur la nutrition chez le nouveau-né*. (Thèses de Paris, 1864). — BECQUEREL et VERNOIS, *Du lait chez la femme à l'état de santé et de maladie* (*Annales d'hyg.*, 1re série, t. LXIX). — LHÉRITIER, *Traité de chimie pathologique*. — PLAYFAIR, *On the Changes of the Composition of the Milk of cow According to its Exercise and Food* (*Mem. of the Chemical Society of London*, 1843, t. I). — SIMON, *De lactis muliebris ratione chim. et phys. Berlin*, *Die Frauen Milch*. Berlin, 1838. — IDEM, *Tableau analytique touchant la composition du lait d'une femme à diverses époques*, in PELOUZE et FREMY, *Traité de chimie analytique, industrielle et agricole*. — DESORMEAUX, *Dictionnaire de médecine* en 30 volumes, articles ALLAITEMENT et SEVRAGE. — PÉLIGOT, *Mémoire sur la composition chimique du lait d'ânesse* (*Annales de chimie*, 1836, t. LXII). — REIZET, *Expériences sur la composition du lait dans certaines phases de la traite et sur les avantages de la*

traite fractionnée pour la fabrication du beurre (*Annales de chimie et de physiologie*, 1849, t. XXV). — DOYÈRE, *Étude du lait au point de vue économique et physiologique* (*Ann. de l'instit. agronomique*, 1852). — HALLER, *Elementa physiologiæ*. — BOUSSINGAULT et LEBEL, *Recherches sur l'influence de la nourriture des vaches, sur la quantité et la constitution chimique du lait* (*Ann. de chimie et de physique*, 1839, t. LXXI). — LORAIN, article ALLAITEMENT du *Dictionnaire de médecine et de chirurgie pratiques*. — CARPENTER, *Principes of human physiology*, 1863. — MILNE EDWARDS, *Leçons sur la physiologie*. — BAUDEMENT et DE BÉHAGUE, *Expériences sur l'influence que le sel ajouté à la ration des vaches peut exercer sur la consommation du fourrage et sur la production du lait* (*Société centrale d'agriculture*, 1850). — RACIBORSKI, *Traité de la menstruation, etc.* Paris, 1868. — IDEM, *Influence de la menstruation sur le lait des nourrices et la santé des nourrissons* (*Bull. de l'Acad. de méd.*, t. VIII, 1842). — CAZEAUX, *Traité de l'art des accouchements*. Paris, 1862. — SOUS, *De l'influence immédiate des émotions morales de la nourrice sur la santé des enfants à la mamelle*. Thèse de Paris, 1859. — PARMENTIER et DEYEUX, *Précis d'expériences et d'observations sur les différentes espèces de lait*. Strasbourg et Paris, an VII. — REES, article MILK, *Todd's Cyclop. of Anat. and Physiol.*, t. III. — BOUCHUT, *Maladies des enfants*, 1852. — JACQUEMIER, *Manuel des accouchements*. Paris, 1846. — IDEM, article ALLAITEMENT du *Dictionnaire encyclopédique*. — LABOURDETTE, *Lettre concernant les moyens d'obtenir un lait médicamenteux sans nuire à la santé des animaux* (*Comptes rendus de l'Académie des sciences*, t. XLII, 1856). — IDEM, *Note sur le lait iodé naturellement par assimilation digestive*. — LEWALD, *Untersuchungen über den Uebergang von Arzneimitteln in die Milch*. Breslau, 1857. — CHEVALIER et O. HENRY, *Mémoire sur le lait, sa composition, ses modifications, ses altérations* (*Journ. de chimie méd.*, 2e série, 1857). — HARNIER, *Quædam de transitu medicamentorum in lac*. Nurnbergi, 1847. — ROMBEAU et ROSELEUR, *Moyen de reconnaître la présence du fer dans le lait, de la valeur relative, etc.* (*Bulletin de thérapeutique*, 1856). — CULLERIER, *Précis iconographique des maladies vénériennes*. — APPERT, *Le livre de tous les ménages*, 1831. — MABRU, *Procédé pour la conservation du lait* (*Comptes rendus de l'Académie des sciences*, t. XXXVIII, 1850). — BETHEL, *Conservation du lait et de la crème* (*Bulletin de thérap.*, t. XXXVIII, 1850). — MARTIN (de Lignac), *Sur l'industrie des vaches laitières et sur les nouvelles conserves au lait* (*Comptes rendus de l'Académie des sciences*, t. XXIX, 1849). — BRACONNOT, *Mémoire sur le caséum et le lait, nouvelles ressources, etc.* (*Ann. de chimie*, t. XLIII, 1830). — GRIMAUD (de Caux), *Recherches sur la préparation du lait et de la lactoline*, t. XLII, 1856. — KELLER (*Annales d'hygiène*, 2e série, t. XXIX, 1868). — PÉCHOLIER, *Indication de l'emploi de la diète lactée dans le traitement de diverses maladies*. Montpellier, 1866. — AUPHAN, *De la diète sèche et du lait dans le traitement de la diarrhée chronique* (*Montpellier médical*, 1859). — SERRES (d'Alais), *Sur le traitement de l'anasarque sur la diète sèche, lactée et l'oignon* (*Bull. de thérap.*, t. XLV, 1853). — FONSSAGRIVES, *Thérapeutique de la phthisie pulmonaire*, 1866. — GUINIER, *Indication et contre-indication dans les hydropisies* (*Bull. de thérap.*, t. III, 1857). — CHRESTIEN, *De l'utilité du lait administré comme remède et comme aliment dans le traitement de l'hydr. ascite* (*Arch. gén. de médecine*, 1re série, t. XXVII, 1831). — VANDENZANDE, *Emploi du lait à l'intérieur et à l'extérieur dans la variole* (*Annales de la Société médicale d'émulation de Roubers*, t. IV, 1850 ; *Analyse* in *Bulletin thérapeutique*, t. XXXIX, 1850). — GUÉRARD, article LAIT du *Dictionnaire de médecine* en 30 volumes. — RUPIN, *De l'action du lait comme contre-poison sur quelques dissolutions métalliques*. Thèse de Paris, 1854. — GORRÉ, *Notes sur les bons effets du lait dans l'empoisonnement par la noix vomique* (*Bull. de thérapeutique*, t. XLIV, 1853).

TRAITÉ

DE PHYSIOLOGIE

DROITS DE TRADUCTION ET DE REPRODUCTION RÉSERVÉS.

Paris. — Imprimerie de E. MARTINET, rue Mignon, 2.

TRAITÉ

DE PHYSIOLOGIE

APPLIQUÉE

A LA MÉDECINE ET A LA CHIRURGIE

PAR

Th. LIÉGEOIS

Ancien aide d'anatomie à la Faculté de médecine,
Professeur agrégé à la Faculté de médecine, chirurgien des hôpitaux,
Membre de la Société de chirurgie, de la Société de biologie,
de la Société anatomique, de la Société micrographique, de la Société d'anthropologie,
Membre de la Société de thérapeutique, etc.

DES MOUVEMENTS.

AVEC 68 FIGURES.

PARIS

VICTOR MASSON ET FILS

PLACE DE L'ÉCOLE-DE-MÉDECINE

M DCCC LXX

DES MOUVEMENTS

L'étude des mouvements devrait comprendre en quelque sorte la physiologie tout entière, si l'on se proposait de faire cette étude dans son ensemble. Tout phénomène qui se réalise chez les êtres vivants se rattache, en effet, à un déplacement de matière, soit que celle-ci se meuve à l'état de molécules infiniment petites, impondérables, soit qu'elle se meuve à l'état d'éléments anatomiques, d'organes, d'humeurs. Grouper les notions physiologiques autour de l'étude des mouvements serait, sans aucun doute, une manière de faire des plus instructives et des plus intéressantes. Mais le but que nous nous sommes proposé d'atteindre, celui de rallier les phénomènes les plus connexes de l'organisme aux diverses fonctions, nous met dans la nécessité de reporter l'étude de chaque mouvement en particulier à celle des actes auxquels il prend part.

Nous nous proposons ici de traiter seulement des mouvements qui interviennent d'une façon toute spéciale dans les fonctions de la vie de relation et dans les fonctions de la vie végétative, c'est-à-dire les mouvements dus à l'élasticité et ceux dus à la contractilité, considérant cette étude comme étant d'une indispensable nécessité pour la compréhension de la plupart des sujets que nous avons à aborder.

MOUVEMENTS DUS A L'ÉLASTICITÉ.

Tous les tissus, excepté le tissu osseux, ont la propriété de revenir sur eux-mêmes quand ils ont été distendus, ou comprimés ; c'est à cette propriété, connue sous le nom d'élasticité, que les parties molles doivent leur souplesse, leur mobilité, en même temps l'inaltérabilité de leurs formes, quels que soient les déplacements qu'ils subissent, que ces déplacements soient éventuels, ou qu'ils soient provoqués par le jeu même des fonctions. Mais cette propriété générale à tous les tissus anatomiques, propriété essentiellement physique, est surtout développée dans certains éléments, dits élastiques.

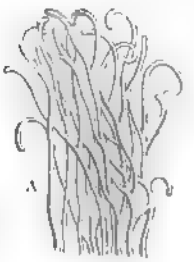


Fig. 102.

Fig. 103.

Variétés de fibres élastiques (*).

Ces éléments se présentent sous trois formes : 1° sous la forme de fibres

(*) A, fibres élastiques des ligaments jaunes ; B, fibres élastiques du poumon.

tortueuses généralement très-minces, peu ou pas ramifiées et anastomosées (*fibres dartoïques*); 2° sous la forme de fibres larges ou très-étroites ramifiées et anastomosées fréquemment (*fibres réticulaires*); 3° sous la forme de lamelles minces, membraneuses, striées, ou fenêtrées (*fibres lamelleuses*).

Les éléments élastiques ne sont pas disséminés en quelque sorte au hasard dans nos tissus; partout où on les trouve, en assez grande quantité du moins, leur présence a sa raison d'être. On peut, ainsi que l'a fait P. Bérard, ramener à quatre conditions générales leur répartition.

Fig. 104. — Variétés de fibres élastiques (*).

Les fibres élastiques existent abondamment :

1° Là où une force permanente devait faire équilibre à une force permanente. Ainsi, chez l'homme, à la colonne vertébrale, les ligaments jaunes constitués en grande partie par des fibres élastiques larges et anastomosées, et unissant entre elles les arcs des vertèbres, tendent à empêcher leur écartement, sollicité sans cesse dans la station debout et assise par le poids des viscères placés au devant du rachis. Des muscles, dont la contraction ne peut jamais être qu'intermittente, n'auraient pu remplir cet office. Chez les animaux qui marchent à quatre pattes, les mêmes conditions ne se rencontrent que pour la portion cervicale de la colonne vertébrale, aussi, est-ce là seulement, chez ceux-ci, qu'il existe un ligament puissant, d'autant plus puissant que la tête est plus lourde, ou que l'animal est obligé de l'abaisser davantage pour prendre sa nourriture. Les rongeurs, cependant, ont des ligaments jaunes à la colonne lombaire, mais cette disposition est en quelque sorte commandée par l'attitude assise qu'ils prennent fréquemment.

2° Là où s'effectuent d'une manière rhythmique des mouvements d'expansion et de resserrement; la contraction musculaire opère un de ses actes, les tissus élastiques sont préposés à l'autre. Ainsi, la contraction des fibres musculaires cardiaques opère la systole, le tissu élastique contenu dans l'endocarde, resserré par le fait même de la systole, tend à reprendre sa position première et commence la diastole que vient terminer la contraction de l'oreillette; ainsi, la contraction du cœur, en lançant dans l'aorte et l'artère pulmonaire le sang

(*) 1, réseau élastique de la tunique moyenne de l'artère pulmonaire du cheval, avec trous dans les fibres. 2, réseau de fibres élastiques fines du péritoine d'un enfant, 3, membrane élastique de la tunique moyenne de la carotide du cheval (D'après Kolliker.)

qu'il renferme, effectue la dilatation de ces vaisseaux, après quoi les fibres élastiques contenues dans leurs parois reviennent sur elles-mêmes; ainsi, la trachée, les bronches, les vésicules pulmonaires, qui, sous l'influence des puissances inspiratrices, se distendent, reviennent ensuite sur elles-mêmes par le fait du retrait de la membrane élastique sous-muqueuse de la trachée et des bronches, et du tissu élastique qui entre dans la constitution des parois des vésicules.

Remarquons, du reste, que l'élasticité est souvent antagoniste de la contractilité. C'est l'élasticité, en effet, qui ramène à leurs dimensions, à leurs formes primitives les muscles après qu'ils se sont contractés. A la vérité, cette sorte d'élasticité est principalement due à la mise en jeu des propriétés élastiques des faisceaux eux-mêmes et du sarcolemme; mais elle est due aussi aux éléments fibreux élastiques qui entrent dans la constitution des membranes fibreuses qui les entourent. Ainsi, lorsque le biceps se contracte, il repousse en dehors son enveloppe cellulcuse, ainsi que l'aponévrose fibreuse brachiale; quand la contraction cesse, ces deux membranes contenant des fibres élastiques en quantité assez considérable, reviennent subitement sur elles-mêmes et concourent à ramener le muscle dans sa position normale. Dans le deuxième temps de la déglutition, le pharynx et le larynx s'élèvent en même temps que l'œsophage et la trachée sont allongés; quand ce deuxième temps est terminé, les fibres élastiques qui enveloppent ces conduits les ramènent dans leur état primitif.

Fig. 405.

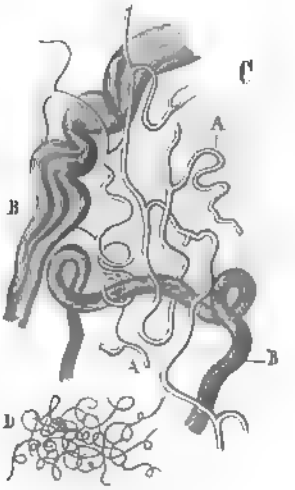


Fig. 406.

Variétés de fibres élastiques (*).

3° Les fibres élastiques sont en quantité, d'autant plus considérable dans les organes, que ceux-ci sont exposés davantage à des changements considérables de volume. Ainsi, comme le fait observer M. M. Sée, la rate, un des organes les plus susceptibles de prendre une grande ampliation sous l'influence de l'ingestion des boissons et pendant la digestion, a besoin pour revenir à ses dimensions premières d'une puissance élastique considérable, et cette puissance se trouve dans sa capsule fibreuse, riche en filaments élastiques. La capsule de Glisson, la tunique albuginée, qui ne sont point sujettes à de semblables variations de volume, sont loin de posséder une quantité aussi notable d'éléments élastiques. Que l'on compare sous le rapport des fibres élastiques la membrane pituitaire appliquée invariablement sur les os et la muqueuse des voies respiratoires sujette à

(*) Fibres dartoïques accompagnant du tissu cellulaire

des variations si fréquentes et si étendues, et l'on verra que la première est totalement privée d'éléments élastiques, que la seconde en est richement pourvue. Enfin la peau, membrane la plus exposée à être modifiée dans sa forme par les chocs extérieurs, possède des fibres élastiques en quantité considérable, qui lui permettent de revenir sur elle-même aussitôt que la cause compressive a cessé.

3° Enfin, on trouve des fibres élastiques en quantité considérable dans les parties destinées à la formation de la voix et à son retentissement, c'est-à-dire dans les cordes vocales inférieures et les membranes superposées et interposées aux diverses pièces du larynx.

MOUVEMENTS DUS A LA CONTRACTILITÉ.

MOUVEMENT SARCODIQUE.

Pendant longtemps on a pensé que les mouvements dus à la contractilité n'appartenaient qu'au tissu musculaire, mais l'observation microscopique a démontré, surtout à notre époque, que le domaine de cette propriété était remarquablement étendu. Les premières observations faites à ce point de vue portèrent sur les mouvements bizarres qu'exécutent les amibes, infusoires constitués par une substance homogène, granuleuse. Ces mouvements consistent dans la production à la surface du corps de l'animal d'une série de prolongements à étoiles plus ou moins ramifiées, après quoi ces prolongements éprouvent un retrait qui rend à l'animal une forme plus ou moins globuleuse, jusqu'à ce qu'ils se reproduisent.

Fig. 107. — Prolongements que présente une amibe en mouvement.

En raison de l'analogie que Dujardin, qui, le premier, constata ce phénomène, entrevoyait entre la substance de ces organismes inférieurs et celle du tissu musculaire des animaux plus élevés dans l'échelle, cet auteur la désigna sous le nom de *sarcode*, et le mouvement qu'elle exécute sous le nom de *mouvement sarcodique*.

Max Schultze, étudiant plus complétement que ne l'avait fait Dujardin le mouvement sarcodique chez les amibes, s'appliqua en outre à la recherche de mouvements semblables dans les éléments cellulaires des animaux plus composés, et, les ayant constatés, il donna à la matière de ces cellules le nom de *protoplasma*, nom employé depuis longtemps pour désigner la substance cellulaire des végétaux, et appela *mouvement amiboïde* le mouvement qu'elle exécutait. Depuis Schultze, cette sorte de mouvement a été constatée sur un grand nombre de cellules; suivant

Kölliker, parmi les cellules indépendantes des animaux adultes, il n'y aurait même que deux espèces, les cellules nerveuses et les globules sanguins à l'état parfait, dans lesquelles on n'aurait observé aucun phénomène de motilité. Ce n'est pas seulement dans les cellules qu'on en aurait observé, mais même dans les noyaux. Nous avons vu de plus (voy. p. 199) que certaines granulations, telles que les granulations spermatiques du sperme de la grenouille, présentaient des mouvements de cette nature. Disons enfin que des recherches de Strecker (de Vienne), il résulterait que des éléments non plus cellulaires, mais tubulés, tels que les plus fins capillaires sanguins, seraient le siége de contractions et de dilatations comparables à celles que présentent les vaisseaux à fibres musculaires, la paroi de ces vaisseaux étant constituée par une couche de protoplasma.

Les mouvements cellulaires présentent toutefois dans leur forme des variétés ; tantôt ils ressemblent à ceux des amibes, c'est ce que l'on voit par exemple pour les leucocytes, soit du sang, soit de la lymphe, soit du pus. Ainsi, quand le phénomène se produit, le leucocyte perd sa forme arrondie; dans un point de sa circonférence s'avance très-lentement une expansion plus transparente que la masse du globule. Bientôt après se montre une autre saillie pendant que la première persiste ou bien rentre dans la masse du globule; de nouvelles expansions, de nouveaux retraits s'effectuent; quelquefois les expansions arrivent au contact, se fusionnent; quelquefois aussi la masse centrale de la cellule semble passer dans un des prolongements. Si dans le voisinage du leucocyte en mouvement on dépose des particules colorées, ces particules sont entraînées par les prolongements dans le centre de la cellule, quand ceux-ci se rétractent. C'est ainsi que l'on explique la présence de globules graisseux, d'hématies, observés quelquefois dans l'intérieur des globules blancs.

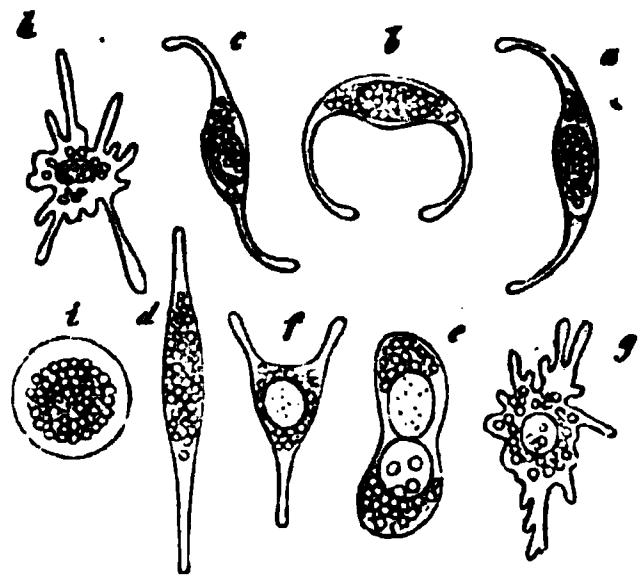


Fig. 108. — Prolongements sarcodiques des cellules sanguines de l'écrevisse, grossies 400 fois. (D'après Hackel) (*).

D'autres fois le mouvement, au lieu de produire des expansions périphériques, progresse simplement d'un pôle d'une cellule à l'autre, ou bien il consiste en un raccourcissement et un allongement, semblable à celui des fibres-cellules des muscles lisses. Quand les cellules sont pourvues d'une mince enveloppe distincte du contenu, celle-ci peut participer au mouvement général, comme elle peut aussi rester immobile pendant la contraction.

Ces divers mouvements spontanés n'entraînent pas, dans la généralité des cas, le déplacement de la masse de la cellule dans un sens ou dans un

(*) *a*, *b*, *c*, *d*, formes que présentent la plupart de ces cellules pendant que le sang s'écoule de l'animal vivant ; *e*, cellule à deux noyaux ; *f*, *g*, *h*, diverses formes que revêtent les cellules dans leurs mouvements amiboïdes ; *i*, forme contractée en sphère, que présentent la plupart des cellules dans le sang coagulé librement.

autre, mais pour certaines d'entre elles il n'en est plus de même, celles-ci peuvent cheminer à travers les tissus. Kölliker a observé ce fait sur les corpuscules de la substance conjonctive d'une ascidie ; Recklinghausen l'a vu aussi sur les corpuscules de la substance conjonctive de la grenouille. Ce dernier auteur admet de plus, d'après des observations faites sur des cornées de grenouilles, que les globules de pus, formés dans les cellules plasmatiques de cette membrane sous l'influence d'une inflammation provoquée par un irritant, peuvent passer, en vertu de leur mouvement propre d'une cellule à l'autre, en traversant les canaux qui les unissent, jusqu'à ce qu'ils arrivent à la surface de la cornée où ils se réunissent en foyer.

Selon quelques physiologistes, l'impulsion communiquée par le mouvement des leucocytes serait même suffisante pour qu'ils puissent traverser des membranes d'une certaine consistance. Ainsi, M. Lortet a démontré que ces éléments peuvent passer d'un côté à l'autre d'une feuille de baudruche, disposée en forme de sac et contenant un liquide, quand on plaçait celle-ci dans le tissu cellulaire d'un animal. D'autre part, M. Cohnheim a cru voir que, dans les parties enflammées, les leucocytes du sang traversaient les parois propres des vaisseaux capillaires, et venaient s'accumuler autour d'eux, de manière à former des foyers purulents. On comprend toute l'importance qui se rattache à ces curieux phénomènes, au point de vue des théories de l'inflammation, sur lesquelles nous aurons à nous étendre plus tard. Disons cependant qu'ils réclament encore le contrôle d'autres observateurs.

D'après tous ces faits, il est donc permis de croire que le contenu des cellules animales est constitué par une substance dont la composition chimique se rapproche de celle du tissu musculaire, puisqu'elle est le siége de mouvements essentiellement vitaux comme ce dernier. Toutefois, pour que l'analogie fût complète, il était nécessaire de démontrer que le protoplasma réagit à l'action des excitants comme la substance même du muscle. Cette démonstration a été fournie par M. Kühne. Cet auteur, en effet, a formé en quelque sorte un muscle artificiel, en remplissant un intestin d'hydrophile avec le protoplasma fluide, étendu d'eau, d'un myxomycète ; sous l'influence d'un courant d'induction, cet ingénieux appareil se contracta à la façon d'un muscle. M. Kühne a de plus constaté qu'en excitant la cornée, soit par une simple pression mécanique, soit par l'électricité, les cellules plasmatiques étoilées de cette membrane se déformaient et prenaient un aspect fusiforme, puis revenaient à la forme étoilée après la cessation de l'excitation. Ce savant a même reconnu que ces contractions étaient soumises à l'action nerveuse ; ainsi, il a constaté que la contraction des cellules de la cornée ne se faisait pas, quand il excitait des parties de cette membrane dépourvues de nerfs, tandis qu'au contraire cette contraction se réalisait, quand l'excitation était faite sur des portions de cornées pourvues de ces éléments. Ajoutons que M. Kühne admet que le cylindre d'axe des fibres nerveuses de la cornée

se divise en fines ramifications, qui iraient chacune dans des cellules étoilées de cette membrane, mais cette opinion a besoin d'être vérifiée, tout aussi bien que celle de Pflüger, d'après laquelle les cylindres d'axe des nerfs des glandes salivaires seraient en rapport avec la substance cellulaire de l'épithélium de ces glandes.

MOUVEMENT VIBRATILE.

Dans le chapitre précédent nous avons étudié les mouvements qu'exécutent les corps mêmes des cellules animales; mais il est quelques cellules qui sont surmontées de filaments extrêmement fins et animés de mouvements extrêmement rapides, vibratoires : de là le nom de *cils vibratiles* donné à ces filaments, et le nom de mouvement vibratile à l'agitation dont ils sont le siége.

Les cils vibratiles sont d'autant plus répandus qu'on les examine chez des animaux plus inférieurs; ainsi, ils sont très-abondamment répartis à la surface du corps chez les coraux, les acalèphes, les bivalves, les gastéropodes ; on les trouve aussi en quantité considérable dans l'intestin des naïdes, dans le cæcum des astéries, dans l'intestin des annélides, etc. Au fur et à mesure que l'on s'élève dans l'échelle

Fig. 109. — Cellules vibratiles des très-fines bronches. — Grossissement de 350 diamètres.

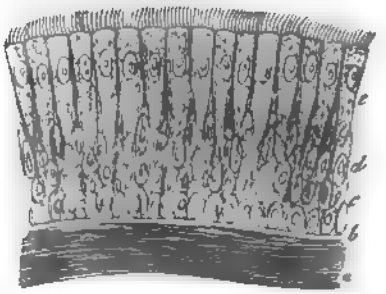


Fig. 110. — Épithelium vibratile de la trachée de l'homme — Grossissement de 350 diamètres (*).

animale, les cils vibratiles semblent disparaître de la surface de la peau pour se réfugier dans les muqueuses. Chez l'homme on les rencontre dans les organes suivants : Dans les bronches, petites et grosses, dans le larynx, excepté sur le bord libre des cordes vocales, à la partie supérieure du pharynx, sur la muqueuse pituitaire, sur celle des sinus maxillaires, sphénoïdaux, frontaux, celle du canal nasal et du sac lacrymal, sur la face supérieure du voile du palais ; selon quelques auteurs la conjonctive en posséderait quelques uns. Kölliker en a signalé dans certaines parties de la cavité du tympan. M. Ch. Robin a constaté leur présence dans la muqueuse des conduits biliaires.

Dans l'appareil de la génération on ne trouve point ces filaments chez l'homme, mais chez la femme on les rencontre dans les trompes et, selon un grand nombre d'auteurs, dans toute l'étendue de la cavité utérine. Enfin, dans les centres ner-

(*) *a*, portion extérieure des fibres élastiques longitudinales ; *b*, couche homogène la plus extérieure de la muqueuse ; *c*, cellules d'épithélium les plus profondes, arrondies ; *d*, les moyennes, allongées ; *e*, les plus superficielles, pourvues de cils vibratiles. (D'après Kölliker.)

veux, on les a constatés à la surface des ventricules et du canal central de la moelle.

Chez les animaux à sang chaud, les cils vibratiles reposent toujours sur la base de cellules coniques ou cylindriques, et représentent les éléments les plus superficiels de la membrane muqueuse qui supporte ces dernières. Chez les animaux à sang froid, seulement, elles surmontent des cellules sphériques, pavimenteuses, et même des épithéliums nucléaires. Ce n'est que chez certains infusoires que ces filaments ne sont pas en contact avec des cellules, mais sont en rapport immédiat avec la substance du même corps de l'animal.

En général, dans l'espèce humaine, ceux qui sont placés au centre de la base de la cellule ont plus de longueur que ceux qui sont placés à la périphérie. Le nombre des cils appartenant à une même cellule est, chez l'homme, de 10 à 20 ; chez le lapin il est de plus de 30. Leur longueur moyenne est de 0,005 à 0,050. C'est dans les trompes que l'on trouve les plus longs, à la surface des ventricules les plus petits. Généralement ils sont lisses; chez quelques animaux, seulement, ils possèdent des stries transversales sur leur longueur ou quelquefois un renflement à leur extrémité libre. Leur structure est homogène.

Pour étudier le mouvement vibratile, on dépose sous le champ du microscope la partie la plus superficielle d'une muqueuse qui possède des cils et enlevée avec l'extrémité d'un scalpel ou d'un corps simplement mousse. On constate alors que tous les cils vibratiles d'une même cellule se meuvent en même temps. La forme du mouvement peut varier. Valentin a distingué quatre modes particuliers : 1° le mouvement en forme de crochet : chaque cil alternativement se courbe comme un doigt, puis se redresse ; 2° le mouvement en entonnoir : le cil décrit continuellement un cône dont le sommet correspond à l'extrémité adhérente ; 3° le mouvement pendiculaire : le cil exécute un mouvement de va-et-vient autour de son point fixe ; 4° le mouvement en forme de vague ou de fouet ; le cil présente des ondulations à la façon de ces deux objets. Le plus fréquent de tous ces modes est le premier, le mouvement en forme de crochet ; parfois, et surtout quand le mouvement diminue, il passe insensiblement aux deux derniers modes.

La rapidité du mouvement, au début de l'observation, est telle qu'on distingue difficilement sa forme. On a pu s'assurer que des cils vibratiles exécutaient jusqu'à 250 à 280 mouvements en une seconde. Quand le mouvement se ralentit, on peut le constater dans chaque cil isolément. Si les mouvements sont rapides et que la cellule qui supporte les cils soit libre, celle-ci tourne lentement sur elle-même. D'après M. Donné, les cils vibratiles pourraient se mouvoir alors même qu'ils sont isolés des cellules ; il a remarqué ce fait sur des cils séparés des cellules de la muqueuse pituitaire en train de se désagréger.

La force du mouvement vibratile et la direction générale de ce mouvement se constate autrement que par l'inspection microscopique. Pour cette constatation, il est nécessaire d'expérimenter sur la muqueuse même d'un animal en vie, et on peut le faire par des moyens différents. Disons toutefois que la muqueuse du pharynx de la grenouille se prête surtout favorablement à ce genre d'expérience. On dépose une poudre très-fine sur

une muqueuse couverte de cils, soit du noir de fumée, du bleu de Prusse, par exemple, et l'on voit bientôt cette poussière entraînée dans un sens qui est toujours le même pour une muqueuse donnée. Ainsi, pour la muqueuse du pharynx de la grenouille, la poussière se dirige toujours vers l'estomac. Ou bien, on place sur un point de la muqueuse ciliée du perchlorure de fer, sur un autre point, et à une certaine distance, du prussiate de potasse : la coloration bleu de Prusse apparaît toujours au même endroit, quelle que soit la position respective des précédents sels; cet endroit correspond au sens du courant. Ou bien encore on dépose une substance visqueuse sur la muqueuse, de l'albumine, du blanc d'œuf, du sperme, et cette substance visqueuse est entraînée complétement suivant une direction donnée ; s'il s'agit du sperme, malgré les mouvements en tout sens qu'exécutent les spermatozoïdes, aucun de ceux-ci n'échappe à la force impulsive des cils : car, au bout de peu de temps, on les chercherait en vain sur la surface muqueuse, sur laquelle le sperme a été déposé. Enfin, sur le pharynx de la grenouille surtout, on peut déposer des filaments de laine, de petits morceaux de papier, où des brins de paille, voire même de petits grains de plomb, et ces masses, formidables par rapport au volume des cils, sont néanmoins emportées vers l'estomac par ceux-ci.

Fig. 111. — Grains de charbon déposés sur la muqueuse pharyngienne d'une grenouille, et progressant, entraînés par les cils vibratiles dans le sens de la flèche.

Les mouvements ciliaires persistent encore un certain temps après la mort. Chez l'homme, ces mouvements ont été constatés par Ordoñez quarante-quatre heures après la mort ; M. Gosselin a vu sur un supplicié apporté à l'École pratique ces mouvements s'exécuter encore trente-deux heures après la mort, sur des cellules vibratiles prises dans la muqueuse des fosses nasales, et sur toute l'étendue de celle qui tapisse les divers sinus communiquant avec ces dernières ; sur le même sujet, les mouvements existaient encore dans la partie supérieure de la trachée cent soixante-huit heures après la décapitation. Enfin, MM. Robin et Richard ont vu ces mouvements persister trente heures après la mort dans les trompes utérines.

Chez les animaux à sang froid, cette persistance des mouvements irait bien au delà, si l'on s'en rapporte à une expérience de Valentin et de Purkinje qui les observèrent sur une tortue encore quinze jours après la mort.

Quelle est la nature du mouvement ciliaire ? Sans aucun doute, ce mouvement est un mouvement dû à la contractilité de la substance homogène

qui constitue les cils. Son analogie avec le mouvement sarcodique et amiboïde est prouvée par le mouvement même que les cils exécutent et par l'identité apparente de composition de la substance ciliaire et de la substance sarcodique. Son analogie avec le tissu musculaire a pour elle plusieurs preuves. La preuve la plus imposante, c'est que les cils augmentent leurs mouvements sous l'influence de l'électricité. Ce fait a été démontré par M. Kistiakowski. L'auteur étendit, au moyen d'une disposition particulière, la peau de la muqueuse de la gorge d'une grenouille au-dessus des électrodes d'un courant constant ou d'un courant intermittent, et mesura l'intensité des mouvements avant et après le passage des courants par la rapidité avec laquelle se trouvait balancée une goutte de cire à cacheter, suspendue sur la préparation au moyen d'un fil de coton; il trouva constamment que, pendant l'excitation électrique, la vitesse était du double et plus. Cet auteur remarqua de plus que, de même que le tissu musculaire, les cils se fatiguaient par la prolongation du passage du courant, et reprenaient leurs mouvements rapides après quelques instants de repos.

Nous nous sommes assuré de l'influence de l'électricité de la façon suivante; nous disposâmes la muqueuse de la gorge de la grenouille sur une petite feuille métallique que nous fîmes parcourir par un courant d'induction. Sur la partie antérieure de cette muqueuse nous déposâmes divers corps, principalement des corps d'un certain poids, de petits morceaux de plomb, et nous vîmes manifestement que le courant électrique accélérait d'une façon notable la progression de ces corps emportés par les cils. Nous vîmes, de plus, qu'un courant d'induction de forte intensité pouvait paralyser quelquefois complétement ce mouvement, qui reprenait ensuite au bout d'un certain temps.

A ces expériences qui démontrent combien est grande l'analogie des cils vibratiles et des muscles, on peut ajouter que, comme pour les muscles, les mouvements des cils disparaissent sous l'influence d'une température de 48, 50 degrés, ou de quelques degrés au-dessous de zéro, qu'ils disparaissent aussi sous l'influence des acides minéraux, des solutions alcalines concentrées, de l'alcool.

Les mouvements des cils vibratiles ont aussi la plus grande analogie avec ceux des spermatozoïdes dont nous nous sommes déjà occupé (page 190), et que nous avons considérés comme des mouvements dus à la contractilité. Virchow, en effet, a fait voir que la soude ou la potasse étendue accélérait chez les uns et les autres le mouvement, ou le reproduisait quand il était éteint. Kölliker, de son côté, a vu que dans les deux cas une dissolution faible de sel de cuisine et de phosphate de soude augmentait l'énergie et la rapidité du mouvement. Enfin, M. Bizzorero de Pavie s'est assuré que les filaments spermatiques comme les filaments ciliaires étaient arrêtés par l'alcool, le chloroforme, l'éther sulfurique, le tannin, le cyanoferrite de potassium, le perchlorure de fer, la benzine, la créosote, les teintures alcooliques d'iode, de cantharide, d'aconit, de

belladone, le laudanum de Sydenham; les mouvements des uns et des autres seraient paralysés par des solutions concentrées de curare et de guarana.

Usage des cils vibratiles chez les animaux inférieurs. — Les cils vibratiles répartis si abondamment à la surface de leur corps, servent surtout à entretenir autour d'eux une sorte de courant qui favorise la pénétration des liquides au sein de leur organisme.

Chez la grenouille, les cils vibratiles du pharynx, qui, chez cet animal, présentent une puissance d'action qu'on ne rencontre nulle part chez les autres nous paraissent suppléer dans ses fonctions le pharynx, pendant le temps que l'animal est obligé de passer sous l'eau. En effet, dans cette condition, la grenouille ne peut déglutir, sans quoi ce mouvement de déglutition favoriserait nécessairement le passage de l'eau dans les voies aériennes. Elle vit alors aux dépens des particules organiques en suspension dans ce liquide, et qu'elle introduit dans sa bouche sans doute par un léger entrebâillement des mâchoires, après quoi ces particules sont entraînées par les cils jusque dans l'estomac.

Chez l'homme, les mouvements ciliaires ne paraissent avoir une importance réelle que dans les voies respiratoires; nous avons vu qu'on avait exagéré le rôle des cils vibratiles des trompes. Dans les bronches, la trachée et le larynx, ces mouvements se font de l'intérieur vers l'extérieur. Ils servent à transporter à la partie supérieure de la trachée, et sans que nous en ayons conscience, les mucosités sécrétées par la muqueuse qui tapisse toutes les voies aériennes, mucosités que l'acte d'expectoration rejette ensuite à l'extérieur. En même temps elles charrient avec ces dernières les poussières qui, mêlées à l'air inspiré, se sont arrêtées dans l'arbre aérien. Toutefois, ce dernier rôle devient quelquefois insuffisant, si l'atmosphère dans laquelle vit habituellement l'homme est chargé de ces poussières, ainsi que l'a prouvé un certain nombre de fois l'examen de poumons de charbonnier, dont on trouve de si beaux spécimens au Musée Dupuytren. Ceux-ci sont dans toute leur étendue colorés en noir par des particules de charbon, qui, par une action purement mécanique, ont traversé les cellules pulmonaires et les fins tuyaux bronchiques, et se sont fixés dans le parenchyme même des poumons.

MOUVEMENTS MUSCULAIRES.

Après les cellules animales, les cils vibratiles, les filaments spermatiques, les capillaires les plus fins, il n'est plus dans les organismes supérieurs qu'un seul élément anatomique doué de contractilité, c'est la fibre musculaire. Cette fibre est l'élément contractile par excellence, et de plus domine tous les autres par son importance physiologique. Si, en effet, la propriété de réagir sous l'influence d'un excitant n'a pu encore être démontrée que pour un nombre très-restreint de cellules animales, la fibre

musculaire, au contraire, a en quelque sorte comme caractéristique de revenir sur elle-même quand on applique à sa surface certains agents physiques ou chimiques, mais surtout l'électricité; si le rôle des mouvements ciliaires et spermatiques, les seuls parmi les mouvements sarcodiques, qui, jusqu'ici du moins, paraissent avoir de l'importance, se borne à protéger, pour les premiers, la fonction respiratoire, à assurer pour le second l'accomplissement de la fonction de génération, le rôle des mouvements musculaires s'étend indistinctement à toutes les fonctions. et de plus leur est d'une indispensable nécessité. C'est grâce à eux que nos leviers osseux se meuvent les uns sur les autres et opèrent les changements de position les plus variés, ce sont eux qui favorisent le cheminement des matières alimentaires dans toute l'étendue du tube digestif. C'est avec leur aide que le sang est lancé dans toutes les parties de l'économie, et s'y répartit de la façon la plus régulière, que l'air pénètre dans la cage thoracique pour venir rendre au sang les propriétés vivifiantes qu'il a perdues en traversant les organes. Sécrétion, excrétion, nutrition, tous ces actes leur sont subordonnés d'une façon directe ou indirecte; enfin, les appareils sensoriels eux-mêmes exigent leur intervention d'une façon plus ou moins impérieuse pour la régularité de leur fonctionnement.

La fibre musculaire, agent de tous ces mouvements par la mise en jeu de sa propriété de contractilité, ne se présente pas cependant avec des caractères physiologiques et anatomiques identiques dans toutes les parties de l'organisme. Ici, cette fibre se raccourcit brusquement sous l'influence d'un excitant, et sa contraction cesse aussitôt que l'excitant l'a abandonnée; là, cette fibre se raccourcit lentement sous la même influence et son raccourcissement persiste encore après que l'excitant a été enlevé. La première est en général soumise aux ordres de la volonté, le cœur et la partie supérieure de l'œsophage seuls faisant exception, la seconde est indépendante de celle-ci. La première est destinée plus spécialement à la vie de relation, la seconde plus spécialement à la vie de nutrition. Au point de vue anatomique, l'une, celle qui est soumise à la volonté, est rouge, nettement striée, l'autre, celle qui en est indépendante, est pâle, plus lisse, à part la fibre cardiaque. Ce sont ces différences qui ont fait donner à ces deux ordres de fibres des noms différents, fibre de la vie animale pour l'une, fibre de la vie organique ou végétative pour l'autre, fibre des muscles volontaires, fibre des muscles involontaires, fibre rouge, fibre blanche, enfin fibre striée, fibre lisse, ces dernières expressions étant plus généralement adoptées.

Avant d'aller plus loin nous croyons indispensable de passer en revue brièvement les caractères histologiques de ces deux espèces de fibres.

FIBRES STRIÉES. — Les fibres striées (fibrilles élémentaires, fibres de quelques auteurs) ne sont jamais isolées, toujours elles sont juxtaposées en nombre plus ou moins considérable, de manière à représenter dans leur ensemble un faisceau, dit

faisceau primitif (fibres de quelques auteurs). Les faisceaux primitifs sont généralement fusiformes, quelques-uns sont mousses à leurs extrémités. Ils ne mesurent toute la longueur du muscle que dans les muscles courts, mais dans les muscles longs d'après Herzig, Biesiadecki, Krause, Kölliker, ils ne dépasseraient guère 3 ou 4 centimètres.

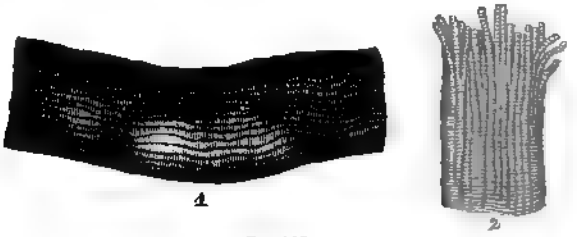


Fig. 112.

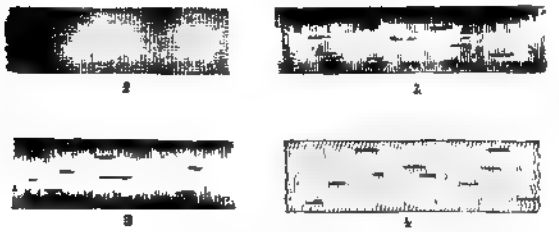


Fig. 113.

Variétés d'aspect de faisceaux musculaires primitifs vues au microscope.

La forme de la fibre élémentaire est celle d'un filament aplati; sa longueur égale celle de chaque faisceau, contrairement à l'opinion de Rollet et de Herzig, qui pensent qu'elle est formée par une série de courtes fibres fusiformes, placées bout à bout.

Toutes les fibres d'un même faisceau sont parallèles entre elles et séparées par une petite quantité de substance interstitielle. Celle-ci accumulée en certains points en quantité plus considérable divise le faisceau entier en colonnes ou prismes musculaires, faciles à reconnaître surtout dans des coupes transversales de muscles traités par le sel marin. Dans ce cas, la section des colonnes se montre sous l'aspect d'une mosaïque très-élégante (champs de Cohnheim), présentant çà et là des granulations graisseuses contenues dans la substance interstitielle.

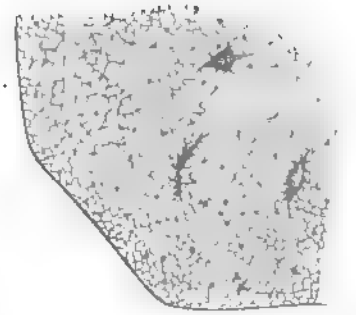


Fig. 114. — Portion de la section transversale d'une fibre musculaire de grenouille, traitée par l'acide nitrique. — Grossissement de 370 diamètres (*).

Ces fibres présentent dans toute leur longueur une série de points, disposés en général très-régulièrement et alternativement clairs et obscurs, de plus, les points clairs et obscurs de chacune se correspondent mutuellement, se trouvent sur la même ligne, de là une striation transversale perpendiculaire à la direction des fibrilles, direction qui est indiquée aussi par une striation. Ces deux espèces de striation, l'une transversale,

(*) On y voit trois noyaux, les surfaces terminales polygonales des colonnettes musculaires, ou champs de Cohnheim, et çà et là des granulations graisseuses dans la substance interstitielle. (D'après Kolliker.)

l'autre longitudinale, peuvent être plus ou moins marquées ; sous ce rapport, les faisceaux primitifs présentent de nombreuses variétés (fig. 112 et 113).

L'ensemble des fibres élémentaires, c'est-à-dire le faisceau primitif est entouré de toute part par une membrane ankyste d'une finesse extrême. Cette membrane est le sarcolemme. A la face interne de celle-ci existe un nombre plus ou moins considérable de noyaux, faciles à démontrer en traitant un faisceau primitif par l'acide acétique ou par un alcali caustique.

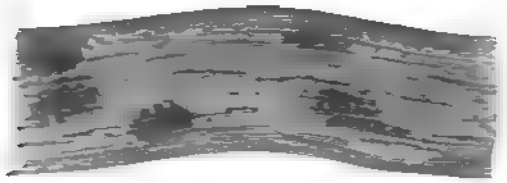


Fig. 115. — Faisceau musculaire traité par l'acide acétique où n'aperçoit plus que des traces de striation, les noyaux situés en dedans du sarcolemme sont devenus très-évidents.

Trois opinions se partagent encore les suffrages sur la façon dont on doit interpréter la striation musculaire.

1° Avec Bowmann, un certain nombre de physiologistes pensent que ce que l'on appelle fibre musculaire est constitué non par un filament, mais par une série de petites particules polyédriques placées bout à bout (*sarcous elements*). Toutes les particules de chaque fibre d'un même faisceau se correspondraient mutuellement, de façon à se trouver toutes dans une série de plans transversaux, en quelque sorte superposés. Les stries longitudinales correspondraient à l'espace qui sépare les particules élémentaires d'une même fibre des particules d'une autre ; les stries transversales correspondraient à un même groupe de particules placées transversalement (disques).

D'après Brucke, chaque particule élémentaire constituerait un élément complexe et serait formé d'un certain nombre d'autres corpuscules qu'il appelle disdiaclastes. Cet auteur se repose pour admettre cette disposition sur ce fait, que les particules foncées jouissent de la double refraction.

L'opinion de Bowmann et par cela même celle de Brücke n'est pas admissible, car malgre les efforts, on peut dire, de tous les physiologistes pour isoler les *sarcous elements*, ou les disques, sur des faisceaux musculaires frais, personne n'y est jamais parvenu. On ne les a jamais constatés que sur des muscles qui avaient subi une alteration cadavérique, ou l'action d'agents chimiques telle que celle de l'acide chlorhydrique, du suc gastrique. C'est donc un résultat purement artificiel.

2° Pour MM. Robin et Rouget, la fibre musculaire serait constituée par un filament homogène dans toute son étendue, seulement ces auteurs diffèrent sur l'interprétation des stries transversales. M. Robin pense que l'apparence des points clairs et obscurs tient à une difference de refraction de ces points. M. Rouget croit au contraire que cette difference de réfraction n'existe pas, et admet que la striation du faisceau entier est distincte de la striation de la fibre élémentaire. La striation du faisceau entier tiendrait à des ondulations de la surface qui se répéteraient dans toute l'épaisseur du faisceau. La striation de la fibre primitive résulterait de l'enroulement spiroïde du filament aplati qui la constituerait. Elle constituerait une hélice, dont les tours seraient rapprochés plus ou moins suivant l'état de contraction du muscle.

Si l'homogénéité de la fibre musculaire paraît devoir être admise sans conteste, il est plus difficile de se décider pour admettre l'opinion ou de M. Robin ou de M. Rouget sur la nature des stries. Si l'aspect helicoïde pouvait être constaté chez

les vertébrés comme chez les insectes (voy. 1, 2, fig. 122), toute incertitude cesserait ; mais chez les vertébrés on parvient souvent à isoler les fibrilles d'un même faisceau, et jamais on ne constate aucune disposition spiroïde.

Les faisceaux primitifs sont séparés les uns des autres par une enveloppe mince de tissu conjonctif. Ils sont de plus groupés en faisceaux secondaires, les faisceaux

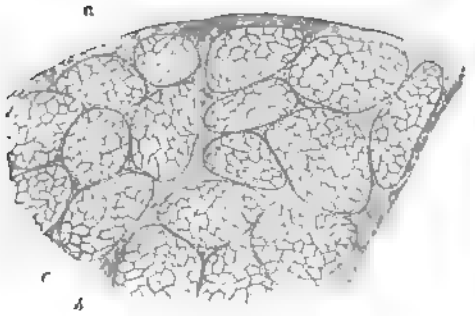


Fig. 116. — Section transversale du sterno-cléido-mastoïdien, grossie 50 fois (*).

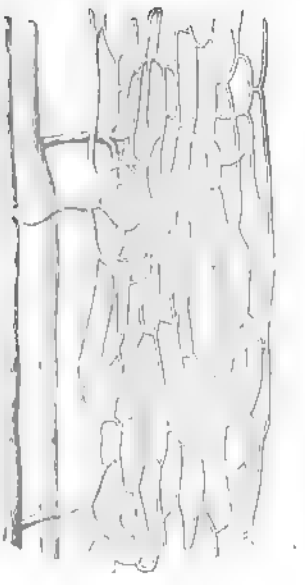


Fig. 117. — Vaisseaux capillaires des muscles, à un grossissement de 250 diamètres (**).

secondaires sont eux-mêmes groupés en faisceaux tertiaires. La distinction de ces faisceaux est établie par la pénétration dans le muscle de cloisons celluleuses (*perimysium internum*), d'autant plus épaisses qu'elles correspondent à des faisceaux plus volumineux. Les plus superficielles de ces cloisons aboutissent à une enveloppe de même nature qu'elles et qui entoure le muscle entier (*perimysium externum*) Des fibres de tissu cellulaire, des cellules graisseuses, des fibres élastiques entrent dans la constitution de ces diverses gaines. Ces derniers éléments se rencontrent surtout dans le périmysium externe (fig. 116)

Les artères des muscles se résolvent insensiblement en capillaires extrêmement ténus et disposés en réseaux à direction longitudinale tout autour des faisceaux primitifs (fig. 117).

Les veines sont munies de valvules assez nombreuses.

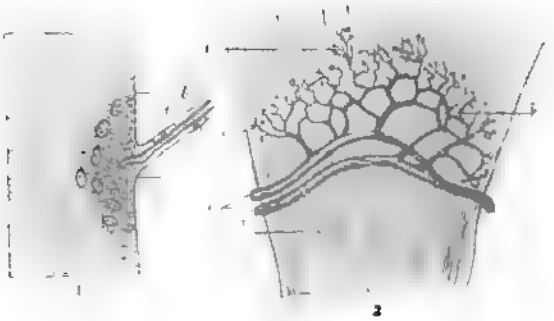
Les nerfs des muscles arrivés au pourtour du faisceau musculaire se divisent et s'anastomosent. A leurs extrémités terminales ils conservent leur structure normale, c'est-à-dire qu'ils sont formés par une gaîne, de la substance médullaire, le cylinder axis. D'après M. Ch. Rouget (fig. 118, 119), au niveau du faisceau musculaire, la substance médullaire cesse brusquement, la gaîne s'évase et se confond avec le sarcolemme. Quant au cylindre d'axe, il aboutirait, selon cet auteur, à une

(*) *a*, périmysium externe ; *b*, périmysium interne, *c*, faisceaux primitifs et secondaires. (D'après Kolliker.)
(**) *a*, artère ; *b*, veine ; *c*, réseau capillaire. (D'après Kolliker.)

plaque de substance granuleuse qui s'étale sous le sarcolemme et à la surface des fibrilles, dans un espace généralement ovalaire et d'environ $0^{mm},02$ dans le sens du plus petit diamètre, $0^{mm},05$, dans le sens du plus grand. Cette plaque a tout à fait l'aspect granuleux du cylindre d'axe. Mais ce qui la caractérise surtout, c'est une agglomération de 6, 12 et même 16 noyaux, semblables aux noyaux de la gaine des fibres nerveuses.

Pour M. Kühne et Cohnheim, le cylindre d'axe se terminerait dans la plupart des

Fig. 118 (*). Fig. 119 (**).



Terminaison des nerfs dans les muscles.

cas, par une production rameuse et munie d'excroissances spéciales que M. Kühne appelle plaque nerveuse proprement dite, tandis qu'il appelle éminence nerveuse

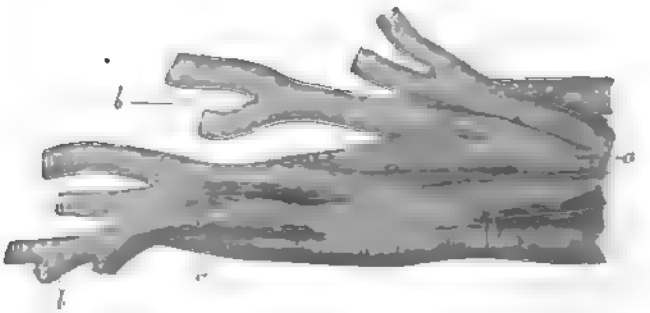


Fig. 120. — Faisceaux musculaires du cœur anastomosés. (D'après Morel.)

l'ensemble de la formation Pour M. Rouget, ces plaques nerveuses terminales seraient des productions artificielles.

Outre les nerfs moteurs, il existe encore des nerfs de sensibilité et des nerfs vasculaires. Selon Kölliker, les nerfs de sensibilité se termineraient par des extrémités

(*) Plaque terminale d'un muscle de l'avant-bras du poulet. — *a*, point où la gaine du tube nerveux se soude à la gaine du faisceau primitif, *b*, gaine de Schwann, *c*, sarcolemme, *d*, noyau de la gaine; *e*, cylindre d'axe. (D'après M. Ch. Rouget.)

(**) Portion du muscle rhomboïde de l'œil du lapin. — *a*, deux branches nerveuses principales, *b*, point d'où partent les rameaux de distribution; *c*, *c*, plaques terminales, *d*, faisceaux musculaires. (D'après Ch. Rouget.)

libres; cet auteur n'a pu distinguer la terminaison des nerfs vasculaires, il pense toutefois qu'ils ne s'étendent pas jusqu'aux vaisseaux capillaires, ils s'arrêteraient sur les petites artérioles et les petites veinules.

Le tissu musculaire strié se rencontre dans les muscles des membres, des parois thoraciques et abdominales, du périnée ; dans les muscles du cou, de la face, de la langue, du voile du palais, du pharynx, dans le tiers supérieur de l'œsophage, dans les muscles de l'orbite, de l'oreille, dans le cœur. Dans ce dernier organe, les faisceaux musculaires s'anastomosent entre eux (voy. fig. 120).

Le tissu musculaire lisse, dont nous allons parler, se rencontre, dans les deux tiers inférieurs de l'œsophage, dans toute l'étendue du tube digestif, dans les trabécules de la rate, dans les parois de l'arbre aérien jusqu'aux cellules pulmonaires du moins, dans les vaisseaux artériels et veineux, les capillaires gros et moyens, dans les canaux excréteurs et les réservoirs des glandes, dans le cordon testiculaire, les vésicules séminales, la prostate, l'urèthre, le pénis ; dans la matrice, le vagin, les trompes, l'ovaire, dans le dartos, la peau, dans l'intérieur de l'œil (iris et muscle ciliaire chez les mammifères).

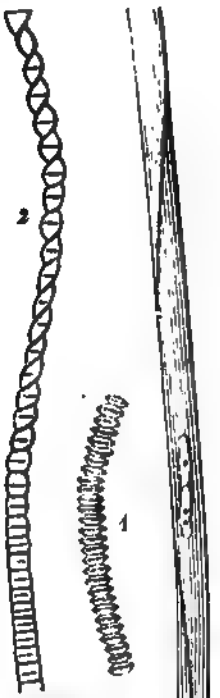
Fibres lisses. — Les fibres lisses ont été considérées jusqu'à il y a quelques années à peine comme représentant des cellules allongées, fusiformes, ayant quelques centièmes de millim à 1/2 mill. de longueur, et de 50 à 10 millièmes de millimètre de largeur, possédant dans leur intérieur un noyau, ce noyau ayant la forme d'un bâtonnet.

Fig. 121. — Fibres musculaires d'un capillaire de l'encéphale. (D'après Ch. Robin.)

M. Rouget a fait voir que si l'on traitait le tissu où cette fibre avait été remarquée par des acides concentrés, l'acide chlorhydrique, nitrique, au lieu de faisceaux très-effilés, on rencontrait des corps en forme de cylindres ou de prismes dont les extrémités sont taillées en biseaux et sur des bords opposés à chaque extrémité (fig. 123, 3, 4). Plusieurs de ces corps réunis bout à bout forment un cylindre ou un prisme régulier. Dans chaque corps fusiforme existeraient de plus des fibrilles passant dans la corde musculaire d'une extrémité à l'autre, à travers les intersections qui résultent de la juxtaposition de ces extrémités coupées en biseaux, comme si les fibrilles étaient groupées pour constituer un cylindre musculaire unique et continu. Chaque corde musculaire aurait une enveloppe anhiste, qui établirait la continuité des corps fusiformes d'une même série longitudinale. L'isolement facile des corps fusiformes

serait le résultat de la destruction de ces gaines tubuleuses. Le sarcolemme en-

Fig. 122 (*).



(*) Fig. 122. — 1, fibrille des muscles de l'aile du Cerambyx Héros, distendue fortement pendant qu'elle était contractile. Les stries transversales, fortement écartées les unes des autres, présentent l'apparence d'une vis. (D'après Ch. Rouget.) — 2, fibrille des muscles de l'aile d'un Ateuchus, dans les mêmes conditions que la précédente. A la partie inférieure, les stries fibrillaires présentent la régularité du type normal ; mais, à mesure qu'on se rapproche de l'extrémité, les tours de spire s'enroulent de plus en plus (D'après Ch. Rouget.)

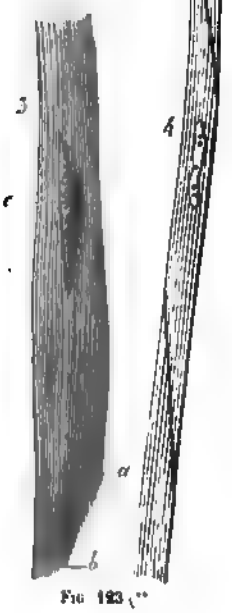


Fig. 123 (**)

(**) Fig. 123. — 3, fragment de fibre fusiforme de l'intestin du chat, isolée par la macération dans l'acide chloro-nitrique. n, noyau ; a, b, extrémités libres des fibrilles rompues au niveau du bord coupé en biseau. (Photographié d'après nature par Ch. Rouget.)— 4, Coude musculaire formé de fibres fusiformes soudées bout à bout (intestin du chat). (D'après Ch. Rouget.)

verrait, de plus, des cloisons dans l'intérieur de la corde musculaire entre les

fibrilles. Il est facile de voir, d'après cette description, sous le point de vue histologique, combien en réalité sont grandes les analogies qui existent entre les fibres lisses et les fibres striées.

Du tissu cellulaire, des vaisseaux, des nerfs séparent les éléments musculaires lisses les uns des autres. On ne connaît pas encore les rapports que les fibres nerveuses terminales affectent avec ces éléments.

Index bibliographique (Mouvements dus à l'élasticité, mouvements dus à la contractilité : sarcodiques, vibratiles, musculaires). — PH. BERARD, *Traité de physiologie*, t. I. — M. SÉE, *Anatomie et physiologie du tissu élastique*, thèse d'agrégation, 1860. — SCHULTZE, *Das Protoplasma der Rhizopoden und Pflanzenzellen*, 1863, et *Arch. f. mikr. Anat.*, t. I. — KÖLLIKER, *Éléments d'histologie humaine*, 2e édition. — RECKLINGHAUSEN, *Ueber Eiter und Bindegewebs Körperchen*, in *Virch. Arch.*, t. XXVIII. — LORTET, *Passage des leucocytes à travers les membranes*. Lyon, 1868. — COHNHEIN, *Virchow's Arch.*, t. XL, 1867. — KÜHNE, *Untersuchungen über das Protoplasma und die Contractilität*. Leips., 1864. — G. VALENTIN, *De phœnomeno generali et fundamentali motus vibratorii continui in membranis*, etc. Breslau, 1835. — IDEM, *De motu vibratorio animalium vertebratorum*, in *Act. Acad. nat. cur.*, vol. XVII, 1835. — GOSSELIN, *Compt. rend. de la Soc. biol*,, 1851. — ROBIN, cité par BÉRAUD, *Eléments de phys.*, 1856. — DONNÉ, *Atlas de microscopie*. — KISTIAKOWSKI, *Ueber die Verkung d. Const. u. Inductionsstromes a. d. Flemmer beweg Filz de Wien. Akad.*, 1865. — BIZZORERO, *Études comparatives des spermatoz. et des cils vibratiles*. Breslau, 1864, et *Journal de l'anatomie et de la physiologie* de Ch. Robin.

Déjà, nous nous sommes expliqué sur la nature de la contractilité; ici, nous avons à étudier les phénomènes par lesquels cette propriété se manifeste, les conditions qui la régissent, les influences que peuvent avoir sur elle les divers excitants appliqués sur la fibre musculaire. Avant de passer à ces études, nous devons toutefois dire un mot d'une modalité de la contractilité à laquelle on a donné le nom de tonicité.

DE LA TONICITÉ MUSCULAIRE.

Par tonicité, on doit entendre cette propriété qu'ont les muscles d'être dans un état permanent de contraction légère qui leur communique une certaine roideur, état subordonné à l'influence des centres nerveux. Pour se faire une idée de cette propriété, il suffit de couper sur un animal vivant les troncs nerveux qui se rendent à tout un membre; aussitôt la section faite, quand l'animal est à l'état de repos en apparence le plus absolu, il est facile de reconnaître que les muscles du côté paralysé présentent un relâchement, une certaine flaccidité, que l'on ne retrouve point dans les muscles non paralysés.

Quelques auteurs ont envisagé la tonicité musculaire d'une autre façon; pour eux, ce serait la contractilité inhérente à la fibre musculaire, sur laquelle le système nerveux n'aurait qu'une influence indirecte et éloignée. Les physiologistes, partisans de cette opinion, se reposent sur ce fait annoncé par Bichat, que la section d'un muscle privé récemment de son influx nerveux, est accompagnée d'un aussi grand écartement de

ses deux bouts que s'il s'agissait d'un muscle possédant encore son innervation normale. On peut s'assurer qu'il n'en est point ainsi. Si, après avoir coupé sur un animal le sciatique d'un côté, on coupe dans leur milieu les muscles gastrocnémiens de l'une et de l'autre patte, l'écartement sera plus considérable du côté non paralysé que du côté paralysé; le même fait se réalise si l'on coupe les deux tendons. On peut reconnaître les mêmes particularités en empoisonnant un animal par le curare, après avoir lié préalablement l'artère d'une cuisse. Le gastrocnémien de la patte empoisonnée, privé de son influx nerveux central par le fait de la paralysie des ramifications nerveuses périphériques du muscle, sera beaucoup moins résistant au doigt que le gastrocnémien du côté opposé, et le raccourcissement du muscle, après la section du tendon d'Achille, se fera dans de moindres proportions que celui du muscle du côté opposé, dont le tendon aurait été détaché. Privé de son influx nerveux central, le muscle perd donc son état normal de tension, qui tend à rapprocher ses deux extrémités l'une de l'autre.

C'est à cette contraction insensible des muscles qu'est due, en premier lieu, la coaptation exacte des surfaces articulaires les unes sur les autres. C'est à elle que nous devons aussi une partie de la précision et de la régularité de nos mouvements. En effet, alors qu'un groupe de muscles congénères se contracte, les antagonistes ne sont pas inactifs, comme le pensaient Galien et dans ces derniers temps Landry; mais, par leur tonicité, ils représentent une résistance modératrice de l'effort musculaire volontaire fait dans un sens opposé. Cette idée, émise pour la première fois par Winslow, puis ensuite par Bordenave, C. Hunter, Fouilloux, a suggéré à M. Duchenne (de Boulogne), dans les cas de paralysie des muscles extenseurs de l'avant-bras, l'emploi de lanières élastiques, véritables muscles artificiels, destinées à opposer comme ceux-ci à la contraction des fléchisseurs une certaine résistance, qui leur permette de modérer et de régler les mouvements des muscles sains.

De cette tonicité musculaire résulte encore que lorsqu'un muscle se contracte volontairement, il agit sans aucun retard sur le déplacement du levier qu'il est destiné à mouvoir.

La tonicité musculaire joue aussi un certain rôle dans la déviation de la face, lors de la paralysie faciale, comme dans la déviation de certaines parties des membres, lors de paralysies partielles qui affectent certains muscles de ces parties, dans le chevauchement des fractures, dans la rétraction primitive ou secondaire des muscles intéressés dans leurs corps ou dans leurs tendons, lors d'une amputation ou d'une opération de ténotomie. Toutefois, dans ces divers cas, il est difficile de faire la part de ce qui revient aussi, soit à la contraction volontaire, soit à une contraction réflexe qui serait provoquée par une irritation traumatique ou de nature inflammatoire, comme dans les cas de fractures, d'amputations.

Enfin, c'est grâce à la tonicité que les muscles sphincters ferment exac-

tement les orifices qu'ils circonscrivent, et mettent ainsi obstacle au passage des matières contenues dans les réservoirs situés derrière eux, tant que la volonté n'intervient pas pour vaincre leur résistance à l'aide de forces musculaires antagonistes. Privés de leur relation avec le système nerveux central, ces sphincters perdent leur tonicité comme les muscles des membres placés dans les mêmes conditions; de là l'évacuation involontaire des fèces, de l'urine.

DE LA CONTRACTION DANS LES MUSCLES STRIÉS.

La contraction musculaire est le phénomène par lequel la contractilité se manifeste. Ce phénomène qui, lorsqu'on l'observe sans l'emploi d'aucun artifice expérimental, paraît des plus simples, est, au contraire, un des plus complexes quand on l'étudie en mettant à contribution les moyens d'investigation que la science possède aujourd'hui pour l'étude des mouvements en général; de plus, la contraction musculaire est accompagnée d'une série d'actes physico-chimiques indispensables pour son exercice. Notre intention est de faire, dans ce chapitre, l'analyse des nombreux phénomènes qui concourent à l'accomplissement de la contraction, ou qui se rattachent à elle d'une façon plus ou moins directe.

Diminution de longueur du muscle. — Tout muscle qui se contracte tend à rapprocher ses extrémités l'une de l'autre, c'est-à-dire à perdre de sa longueur. Haller, Prévost et Dumas admirent que la limite de cette diminution de longueur était le tiers de la longueur normale. Mais si l'on expérimente sur des muscles détachés des leviers auxquels ils s'insèrent, on peut les faire diminuer de moitié sous l'influence des excitants.

Diverses circonstances, toutefois, ont de l'influence sur la quantité de raccourcissement du muscle; en premier lieu, nous citerons la position dans laquelle se trouve le muscle avant la contraction; c'est ainsi que si l'on fléchit en même temps le coude et le poignet, les doigts de la main ne pourront se fermer qu'incomplétement sous l'action des fléchisseurs. On sait que c'est pour la même raison qu'on peut faire lâcher prise à la main la plus vigoureuse, en portant cette main dans une flexion extrême. Ce phénomène paraît tenir à ce que la position donnée à la main diminue la longueur des muscles fléchisseurs dans une proportion qui n'est plus compatible avec une contraction énergique.

L'état de nutrition du muscle a une influence notable sur son degré de raccourcissement. Un muscle, dont la nutrition languit pour une cause quelconque, perd moins en longueur sous l'influence d'un excitant donné, qu'un muscle dont la nutrition est altérée.

Enfin la longueur normale d'un muscle influe d'une façon notable sur l'étendue du raccourcissement dont celui-ci est susceptible. Si l'on admet que la plus forte diminution en longueur correspond au tiers de la longueur totale, un muscle d'une longueur double d'un autre diminuera

par conséquent plus que celui-ci. Nous ne pouvons mieux faire que d'emprunter à Bichat les conséquences pratiques de cette notion : « Voilà pourquoi, dit-il, dans les amputations le plan superficiel se rétracte davantage que le profond; pourquoi dans le sommeil les phénomènes de contractilité de tissu (tonicité musculaire) sont très-apparents dans les membres dont les muscles sont très-longs ; pourquoi dans les antagonistes, la nature a opposé en général l'un à l'autre, des muscles proportionnés; pourquoi, par conséquent, un muscle à longues fibres a rarement pour l'équilibrer un muscle à fibres courtes, et réciproquement. Les fléchisseurs et les extenseurs du bras, de l'avant-bras, de la cuisse, de la jambe sont à peu près de la même étendue, les rotateurs en dedans et en dehors de l'humérus, implantés les uns dans la fosse sous-épineuse, les autres dans la fosse sous-scapulaire, se ressemblent aussi sous ce rapport. La proportion entre les antagonistes est encore plus remarquable à la face où les muscles agissent le plus communément en sens inverse de chaque côté de la ligne médiane. »

ÉTAT DU FAISCEAU PRIMITIF MUSCULAIRE LORS DE SA CONTRACTION. — Pendant longtemps tous les physiologistes ont partagé l'opinion que chaque faisceau, lors de la contraction du muscle, se raccourcissait dans toute son étendue au même instant. Aujourd'hui, quelques auteurs seulement sont de cet avis. L'observation microscopique, faite surtout sur des insectes récemment tués, a permis de reconnaître, que chaque faisceau musculaire, lorsqu'il se contractait, était le siége d'une ondulation qui le parcourait d'un bout à l'autre (fig. 125). L'onde musculaire se montre sous forme d'un élargissement partiel du faisceau, élargissement dû au tassement dans ce point des stries transversales. Celles-ci, en diminuant d'épaisseur par le fait de ce tassement, augmentent en même temps de largeur, et refoulent de cette façon le sarcolemme, de manière à produire sur le trajet du faisceau une saillie globuleuse. Lorsque l'onde est formée, elle circule d'un bout à l'autre de la fibre, présentant, dans toutes les parties où elle apparaît, une disposition semblable à celle que nous venons d'indiquer. Mais, vu la rapidité de l'onde, l'œil aidé du microscope parvient difficilement à saisir son mode de propagation. C'est pourquoi M. Aeby d'abord, M. Marey ensuite, ont cherché à démontrer son existence avec l'emploi de la méthode graphique. L'appareil de M. Marey, plus simple que celui de M. Aeby, est le suivant (fig. 124) : Deux leviers sont placés sur un long muscle de grenouille; lorsque le nerf est devenu naturellement inexcitable, ou sur un muscle appartenant à un animal empoisonné par le curare; une rainure peu profonde loge à demi le muscle dans sa cavité, tandis que les leviers croisant la direction des muscles, reposent sur lui par un point très-rapproché de leur axe de mouvement. Si l'on excite le muscle à l'une de ses extrémités au moyen d'un courant d'induction, l'onde se forme au point excité, puis s'en va passer sous le premier levier qu'elle soulève, va soulever à son tour le deuxième levier et s'étend enfin en arrivant à l'extrémité du muscle.

Pour enregistrer les mouvements de chacun des leviers, on incline les leviers l'un vers l'autre de façon que leurs pointes convergent, et soient verticalement placées l'une au-dessus de l'autre. On les fait alors frotter sur la surface d'un cylindre enfumé qui tourne autour d'un axe vertical. Si, alors, on excite l'une des extrémités du muscle, les deux leviers se soulèvent tour à tour, mais le levier le plus rapproché du point excité se relève un certain temps avant l'autre. M. Marey s'est assuré d'après le temps qui sépare le soulèvement des deux leviers, que la vitesse de l'onde musculaire était environ de 1 mètre par seconde. Ce résultat est précisément celui qu'avait obtenu M. Aeby.

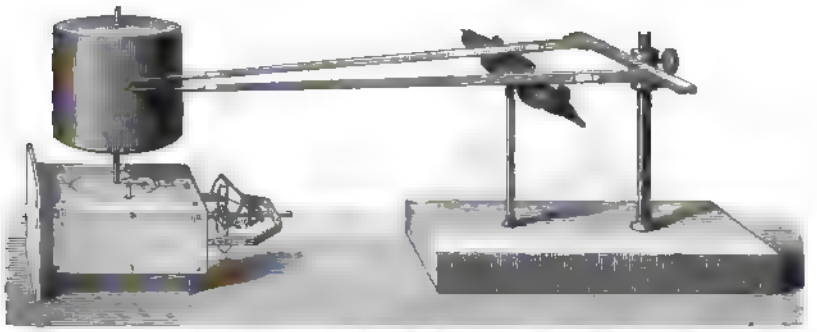


Fig. 124.

M. Aeby a signalé, en outre, un fait important, c'est que, si l'on fait traverser un muscle d'un bout à l'autre par un courant électrique, les deux leviers se soulèvent en même temps, ce qui prouve que, quand les fibres musculaires reçoivent une excitation dans toute leur étendue en même temps, celles-ci se raccourcissent simultanément en tous les points. Le même phénomène se produit quand on excite le nerf moteur d'un muscle. Ces résultats ont conduit M. Aeby à une théorie de l'action des nerfs et des muscles. Cet auteur admet que quand l'excitabilité d'un nerf réagit sur un muscle, chaque fibre musculaire reçoit son excitation de points multiples, correspondant à ceux où les filaments nerveux traversent le sarcolemme, de là, la contraction simultanée de tous les points du muscle, comme quand le muscle tout entier est soumis à l'électricité. Et, pour montrer les différences qui existent dans la rapidité des contractions, suivant que l'excitation arrive par les nerfs ou non, M. Aeby fait l'expérience suivante : Il choisit un muscle de grenouille, dans lequel un nerf moteur pénètre en se bifurquant (fig. 125); il coupe l'une des branches de ce nerf, de telle sorte que l'excitation du tronc principal ne se communique par continuité nerveuse qu'à l'aide de l'une des moitiés du muscle. Puis, soumettant à son appareil les deux moitiés du muscle, il constate que la moitié qui est en communication nerveuse entre en mouvement

tout entière au même instant, lorsque le nerf est excité; tandis que, dans la partie correspondante à la branche coupée, l'onde se propage avec sa vitesse normale, partant de la région qui a conservé ses nerfs pour arriver jusqu'à l'extrémité opposée du muscle. Quoique cette expérience soit assez convaincante, il est difficile de faire concorder la théorie de M. Aeby avec le mode de répartition connu des fibres nerveuses

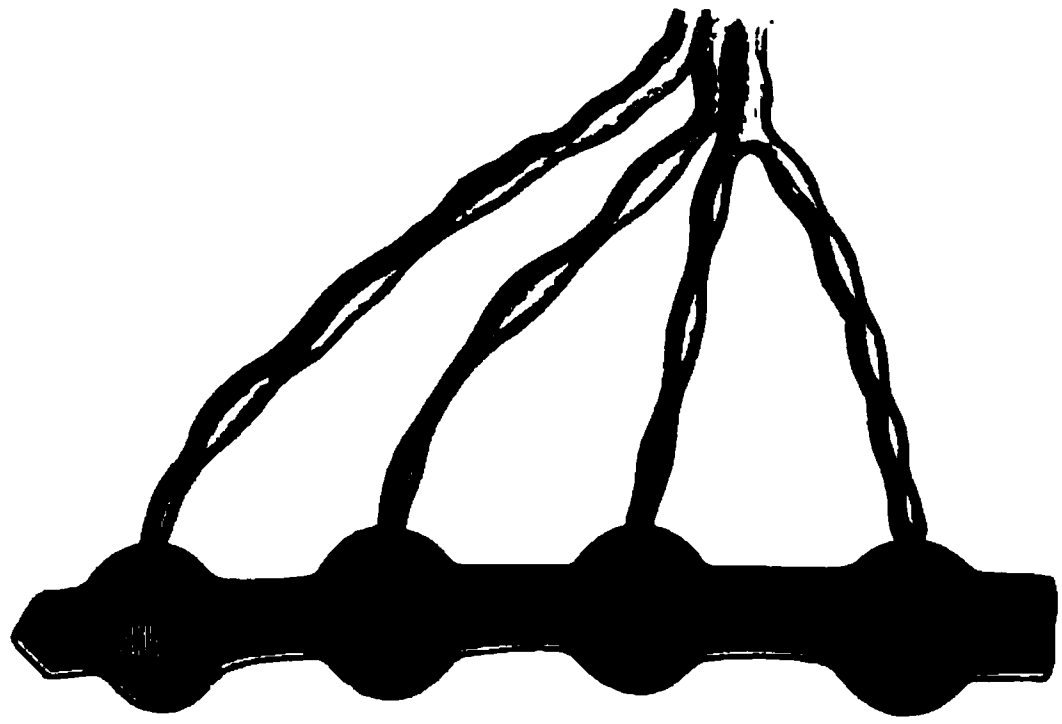


Fig. 125.

dans les faisceaux musculaires. On sait, en effet, que ceux-ci ne reçoivent pas de filaments nerveux dans toute leur longueur, mais en un ou deux points seulement.

De l'augmentation d'épaisseur du muscle. — En même temps que le muscle diminue de longueur son épaisseur augmente. Il suffit de contracter un de ses biceps en appliquant sur lui la main libre, pour constater ce fait. Cette augmentation d'épaisseur reconnaît évidemment pour cause l'élargissement de chaque faisceau primitif, quand, pendant la contraction, une série d'ondes les parcourent. On peut s'assurer par une expérience très-simple que, quand le muscle se contracte, son volume demeure le même, c'est-à-dire que l'augmentation en épaisseur compense la diminution en longueur. Pour cela on prend un flacon, tel que celui représenté figure 126. Le bouchon de ce flacon est traversé dans son milieu par un tube de petit calibre, et sur les côtés de ce tube, par deux tiges métalliques entourées de soie, excepté à leurs extrémités. Les extrémités inférieures de ces tiges sont recourbées en crochets pointus, destinés à saisir la région lombaire d'une grenouille coupée dans son milieu, ou à supporter les nerfs lombaires. Le flacon étant rempli d'eau, on y plonge la grenouille suspendue aux crochets, et on le ferme exactement. L'eau s'élève alors dans le tube placé au centre du bouchon. Ces dispositions étant prises, on fait communiquer les deux pôles d'une pile avec les extrémités supérieures des tiges métalliques, les membres de la grenouille se contractent, et l'on peut constater à cet

instant que le niveau de l'eau contenue dans le tube ne change pas, ce qui indique, par conséquent, que le volume des muscles, au moment de leur contraction, demeure le même. Toutefois, il faut dire que Erman, Marchand, Weber, ont pu reconnaître dans des expériences analogues à la précédente et exécutées avec des tronçons d'anguille, une diminution de volume extrêmement faible, mais constante, au moment où le muscle se contracte. Valentin a reconnu aussi le fait d'une façon indirecte, en comparant la densité du muscle au moment de son repos à sa densité au moment de sa contraction. Dans ce dernier cas, la densité augmentait dans la proportion de 1/1300. Cette augmentation de densité, par conséquent, traduirait une diminution de volume, mais elle serait, pour ainsi dire, insignifiante.

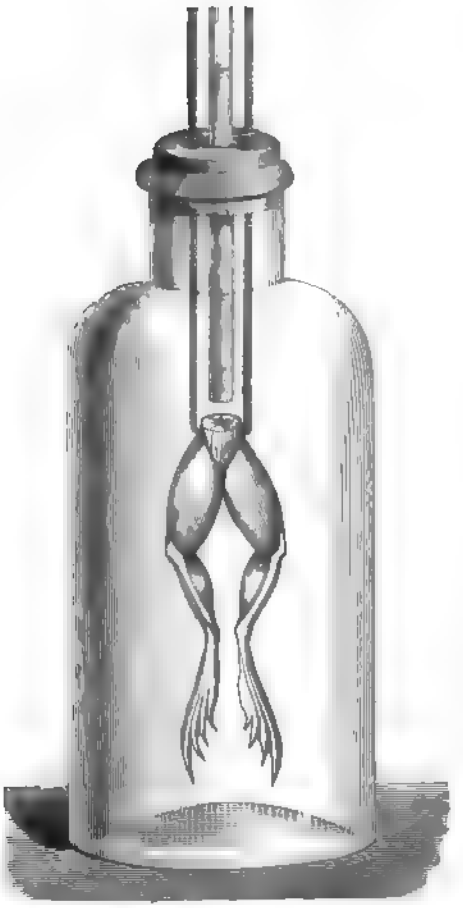


Fig. 196.

Dureté et résistance du muscle en contraction. — Le muscle en contraction augmente de dureté, sa résistance devient en même temps plus grande. Ainsi, tel muscle, qui dans l'état de relâchement se déchire sous l'influence d'un certain poids, ne se déchirerait pas sous l'influence du même poids, s'il était en contraction. Il faut savoir, cependant, que des déchirures peuvent s'effectuer dans les muscles, alors qu'ils sont violemment convulsés, ainsi qu'on l'a constaté dans certains cas de tétanos; mais c'est là un fait exceptionnel. En règle générale, dans un effort musculaire les muscles et les tendons se rompent dans des conditions inverses ; le muscle se rompt quand, alors qu'il est relâché, il est distendu violemment par des puissances antagonistes ; le tendon, au contraire, se rompt sous l'influence d'une traction considérable, exercée sur lui par son muscle fortement contracté, ou bien quand une force soudaine tend à allonger le muscle pendant une forte contraction, par exemple, quand

un individu s'étant détaché du sol retombe sur la plante des pieds, alors que le triceps sural est encore contracté.

Quelques auteurs ont pensé que la résistance d'un muscle était d'autant plus grande que son aptitude à se contracter était plus considérable. Ils se sont reposés sur l'expérience suivante : On coupe en deux une grenouille; on excite la cuisse d'un côté pendant un temps assez long pour diminuer notablement la contractilité ; puis on brise le fémur des deux cuisses, et l'on place des poids successivement croissants aux extrémités des membres, jusqu'à ce que la rupture s'effectue; on remarque ainsi que pour déchirer la cuisse qui jouit de sa contractilité, il faut un poids plus considérable que pour déchirer l'autre. Mais, dans cette expérience, la résistance du muscle augmente moins parce qu'il est apte à se contracter, que parce qu'il se contracte. C'est la contraction elle-même mise en jeu par l'extension du membre, et non l'aptitude à la contraction qui donne plus de résistance aux muscles. La conséquence qui découle de ces faits, c'est qu'il faut craindre les ruptures musculaires chez les sujets épuisés, et sur les membres desquels on opère des tractions. Et, si, chez les sujets chloroformés, chez lesquels la contractilité est, comme nous le verrons plus loin, diminuée, les ruptures musculaires sont peu fréquentes, c'est qu'en général des tractions modérées suffisent pour remplir le but qu'on se propose.

Du bruit musculaire. — Les muscles en contraction donnent lieu à un bruit particulier, que l'on nomme bruit musculaire, bruit rotatoire, myophonie. Pour le constater on peut se servir du stéthoscope que l'on applique sur le muscle, ou plus simplement en plaçant un de ses doigts dans son oreille. Dans ce dernier cas, ce bruit est sourd, continu, interrompu de temps à autre par de petits craquements, appelés par M. Collongues, bruit de petillement, bruit de grésillement, d'étincelles. Wollaston, Erman, Gilbert, attribuèrent ce bruit à la contraction musculaire. Laennec lui trouvant, d'une part, une certaine analogie avec le bruit de soufflet, d'autre part, ayant cru constater que ce bruit n'était pas proportionnel à la contraction des muscles, avait pensé qu'il était dû à la contraction, soit du cœur, soit des artères. Mais ce bruit est bien dû à la contraction des muscles du membre dont l'extrémité correspond avec l'oreille, car un corps autre que le doigt, et fixé dans le conduit auditif, sans être tenu par la main, ne donne pas lieu à ce bruissement. Quant au bruit de grésillement, il paraît naître sous le doigt, et est dû, sans doute, à de légers frottements qui se passent, soit entre les surfaces articulaires des doigts, soit entre les tendons et leur coulisse. M. Collongues a étudié ce bruit d'une façon toute particulière, dans les diverses parties du corps, chez l'enfant, le vieillard, dans les maladies; il a pensé qu'on pouvait le mettre à profit comme élément de pronostic dans les affections graves, enfin, il a considéré son absence comme un des signes les plus certains de la mort réelle.

Mécanisme de la contraction musculaire. — La contraction muscu-

laire peut s'effectuer dans deux conditions différentes : ou elle est provoquée par une excitation brusque et de courte durée, telle que celle qui est faite avec une seule décharge électrique portée sur le muscle lui-même ou sur le nerf qui s'y rend ; ou bien elle est provoquée par une série d'excitations intermittentes, quand, par exemple, on fait traverser le muscle par des courants d'induction. Dans le premier cas, le muscle éprouve une seule secousse, et il revient à sa longueur normale, aussitôt que cette secousse est effectuée ; dans le deuxième cas, il éprouve une série de secousses qui, se succédant rapidement entre elles, ne permettent pas au muscle de revenir à sa longueur normale et entretiennent de cette façon la contraction. Or, on admet généralement aujourd'hui que la contraction volontaire prolongée, est, de même que la contraction prolongée provoquée par un excitant artificiel, due à une série de secousses qui se succèdent entre elles sous l'influence d'une excitation nerveuse psychique. La preuve de ce fait découle en premier lieu de l'analyse qui a été faite du son que produit le muscle en contraction. Haughton a fait voir le premier que le bruit qui se passe dans les oreilles quand on contracte les masséters, présentait une tonalité qu'il rapporta à 32 ou 35 vibrations. Le docteur Collongues a trouvé la même tonalité ; l'acousticien König s'est assuré aussi qu'un diapason qui vibrait à l'unisson du muscle exécutait 32 vibrations par seconde. Enfin, d'après M. Marey le son musculaire correspondrait tantôt au *do*, tantôt au *si* de l'octave inférieur d'un piano. Ces vibrations perçues par l'oreille, ne peuvent évidemment se rapporter qu'à des ébranlements qui se passent dans la fibre musculaire pendant la contraction. En second lieu, nous verrons bientôt qu'à l'aide des procédés myographiques on peut enregistrer ces vibrations sur des muscles qui semblent être immobiles et en état de raccourcissement tétanique.

Le mécanisme de la secousse, d'après ce que nous avons vu, semble être la formation d'un renflement qui se propage d'un bout à l'autre d'un faisceau primitif, à la manière d'une onde ; quand l'onde est arrivée à son extrémité, elle disparaît, et le faisceau musculaire revient à sa longueur normale. Si une série de secousses se succèdent les unes aux autres, elles tendent à se fusionner, d'autant plus qu'elles sont plus fréquentes, et quand la fusion est complète l'état tétanique est produit. La diminution de la longueur du muscle est subordonnée à la plus ou moins grande quantité d'ondes qui parcourent en même temps les faisceaux primitifs ; il en est de même de l'augmentation d'épaisseur ; l'une et l'autre sont arrivées à leur maximum, lorsque les secousses sont fusionnées entre elles.

Certains muscles de la vie organique, et le cœur en particulier, semblent incapables de produire la contraction proprement dite. Chez lui, chaque mouvement n'est constitué que par une secousse, dont le caractère serait d'être beaucoup plus longue que ne le sont en général celles des muscles de la vie animale.

Myographie. — La myographie constitue aujourd'hui une partie importante de l'étude de la contraction musculaire ; elle consiste à enregistrer les mouvements produits par les muscles sous l'influence des excitants. Cet artifice permet de saisir les vrais caractères de la secousse et de la contraction continue, actes qui, en raison de la rapidité avec laquelle ils s'accomplissent, échappent à la puissance de nos sensations.

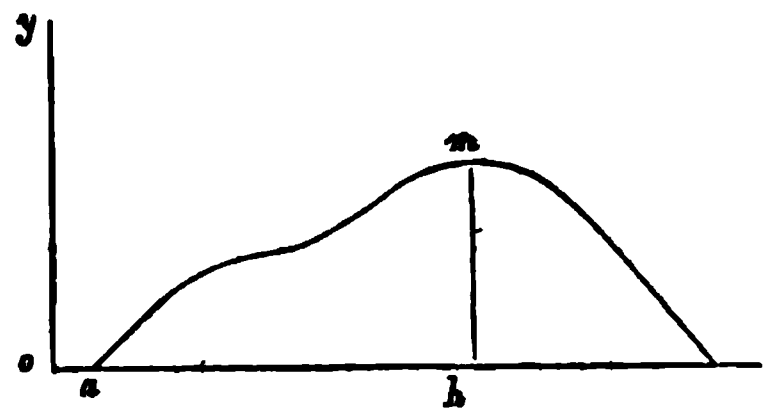


Fig. 127.

C'est à Helmholtz que l'on doit l'invention du premier myographe. Son appareil consistait à faire écrire sur un cylindre tournant et couvert de noir de fumée, le mouvement d'un muscle suspendu à un crochet et dont le nerf moteur était excité par un courant électrique, en se servant comme intermédiaire d'un cadre métallique soutenu par deux supports, et auquel s'attachait le tendon du muscle. Telle est la courbe que l'instrument enregistrait (fig. 127).

Volkmann plaça le stylet à l'extrémité du muscle et perpendiculairement à lui (fig. 128) ; ce stylet écrivait le mouvement du muscle sur une surface noircie que l'on faisait passer rapidement devant la pointe. Valentin, au lieu d'obtenir des graphiques, sur la surface d'un cylindre ou sur une surface plane, prit des graphiques avec un disque, tournant autour d'un axe vertical. Fick, de son côté, les recueillit sur une plaque animée d'un mouvement pendulaire.

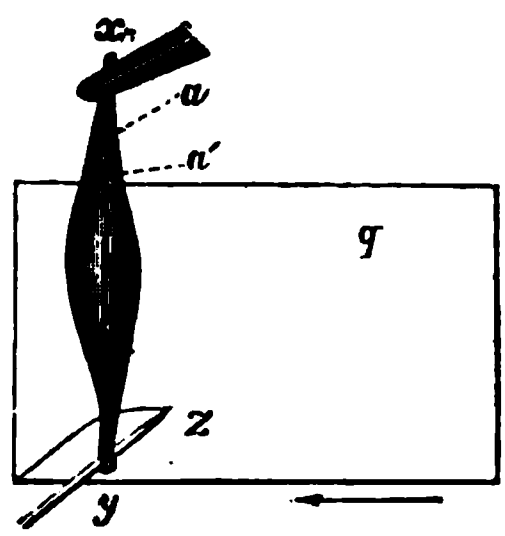


Fig. 128.

Mais c'est à M. Marey que l'on doit les appareils graphiques les mieux perfectionnés ; nous n'insisterons d'une façon particulière que sur ceux de notre savant et ingénieux compatriote.

Le myographe de M. Marey est construit sur le même principe que son sphygmographe, c'est-à-dire qu'il a surtout cherché à donner au levier enregistreur une grande légèreté, et s'est servi d'un ressort pour résister à la traction des muscles, au lieu de poids, comme l'ont fait certains auteurs. Telle est la description de cet appareil (fig. 129) :

Sur une planchette de liége est fixée, au moyen de fortes épingles, une grenouille vivante, à laquelle on a coupé la moelle épinière. Le tendon d'un gastrocnémien est mis à nu et lié par un fil de fer très-fin au levier de l'enregistreur qui porte un petit crochet pour cet usage. Ce crochet glisse sur le levier, et, suivant qu'on l'approche ou qu'on l'éloigne du centre du mouvement, permet d'obtenir une amplification plus ou moins grande des mouvements musculaires qui sont enregistrés. En arrière du levier, et sur son prolongement est une lame élastique qui appuie sur un excen-

trique de réglage et permet, suivant qu'elle est plus ou moins tendue, d'opposer à l'effort musculaire, une résistance élastique variable. L'ensemble de cet appareil est situé dans un plan horizontal ; c'est dans ce plan que se font les oscillations du levier sous l'influence des contractions du muscle de la grenouille. Un cylindre enfumé tourne autour d'un axe horizontal à l'aide d'un mouvement d'horlogerie, et reçoit les graphiques. Enfin, le support vertical qui porte le myographe est placé sur un chariot qui se meut sur un chemin de fer parallèlement à l'axe du cylindre. Cette disposition permet d'obtenir des graphiques de très-longue durée. En effet, dans l'immobilité du muscle, le levier du myographe décrit autour du cylindre

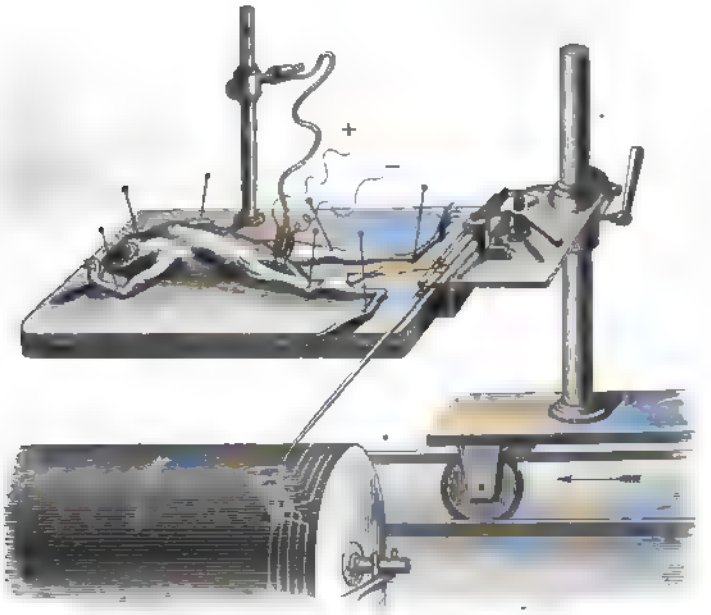


Fig. 120. — Myographe de M. Marey.

une hélice d'un pas plus ou moins serré, suivant le rapport de la translation avec la rotation du cylindre. C'est à cette hélice, comme abscisse, que doivent se rapporter chacune des courbes tracées par l'appareil sous l'influence des mouvements de la grenouille. Un excitateur appliqué au nerf sciatique de la patte qui est attachée au levier provoque, au moyen de courants d'induction ou de courants galvaniques, ces mouvements qui seront enregistrés.

A l'aide de cet appareil on peut obtenir trois espèces de graphiques, 1° par imbrication verticale, 2° par imbrication latérale, 3° par imbrication oblique.

L'imbrication verticale (fig. 130) consiste dans l'enregistrement des graphiques les uns au-dessus des autres. Pour les obtenir, il faut faire

en sorte que l'excitation électrique qui provoque chaque secousse se produise toujours à un même instant d'une révolution du cylindre. On atteint ce but en plantant dans l'un des fonds du cylindre et près de la circonférence, une goupille de métal qui, à chaque tour, vient provoquer l'excitation électrique, en rompant un courant de piles par exemple. Quant à la distance que l'on veut donner aux divers tours de l'hélice, on l'obtient en faisant marcher plus ou moins vite le chariot qui porte le myographe.

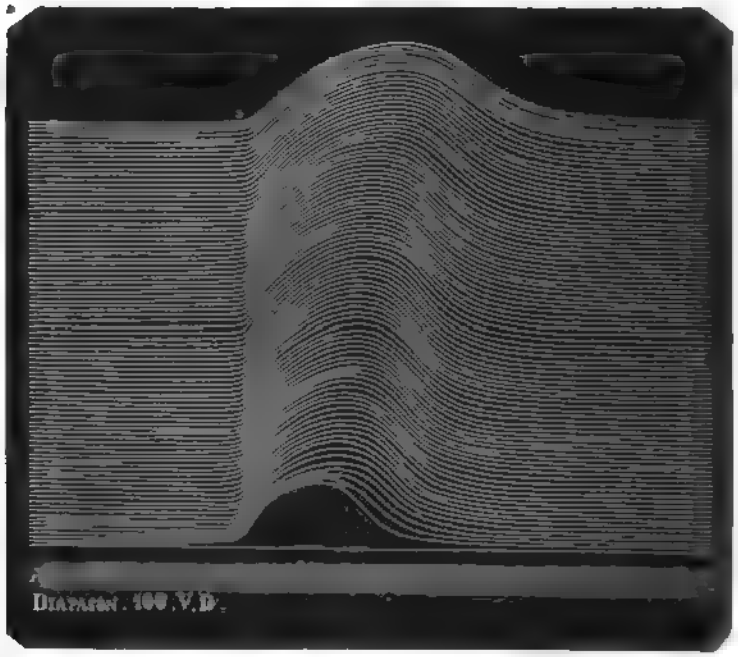


Fig. 130. — Inbrication verticale.

Le graphique précédent est formé d'une centaine de secousses musculaires dont les débuts, comme on peut le voir, se font à peu près au même instant, et dont tous les tours d'hélice sont séparés les uns des autres par de très-légers intervalles.

On peut s'assurer par ce graphique : 1° que les débuts de la secousse retardent légèrement les uns sur les autres, et de plus en plus du commencement à la fin de l'expérience ; 2° que la durée des secousses est de plus en plus grande ; 3° que les sommets des courbes successives ne sont pas superposés, mais obliques vers la droite, ce qui indique un retard de plus en plus grand de ces sommets sur le début de la courbe.

Ce graphique doit surtout être utilisé quand on se propose d'apprécier les rapports de succession et de durée des secousses.

L'imbrication latérale doit être préférée à l'imbrication verticale, quand on veut surtout juger de l'amplitude des secousses. On se propose, quand on emploie ce tracé, d'inscrire sur le cylindre des secousses successives, non plus les unes au-dessus des autres, mais les unes en face des autres. Pour obtenir l'imbrication latérale, on laisse le cylindre accomplir un peu plus d'une révolution complète; alors, une nouvelle excitation provoque une deuxième secousse, puis une nouvelle rotation, augmentée encore d'un léger retard, est suivie d'une troisième secousse. Le myographe pendant tout ce temps est placé sur un pied fixe, on sup-

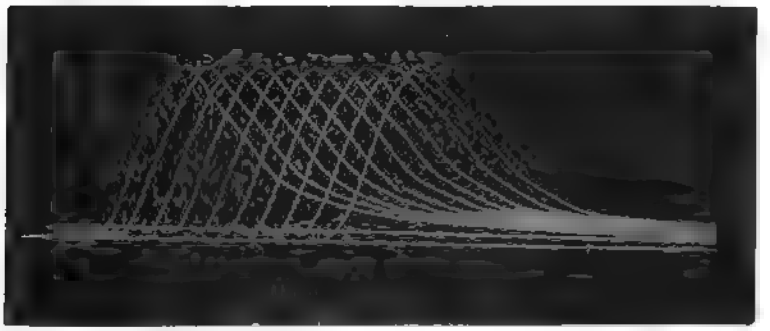


FIG. 131.

prime de cette façon le mouvement hélicoïde, afin que tous les graphiques soient rapportés à une abscisse commune, ce qui permet de mesurer facilement la hauteur de chacune.

Pour obtenir le retard constant des excitations électriques sur la rotation du cylindre, on se sert de l'artifice suivant : deux poulies à gorge sont placées sur une des bases du cylindre ; l'une, d'un diamètre plus petit que l'autre, est disposée sur l'axe même du cylindre; l'autre est disposée en dehors de cet axe. Une corde sans fin passe dans la gorge de ces deux poulies. Quand le cylindre tourne, comme les deux poulies n'ont pas le même diamètre, la poulie la plus petite a fait un tour, quand le tour de l'autre n'est pas encore terminé. Or, cette deuxième poulie est chargée de produire l'excitation électrique; cette excitation retardera, par conséquent, toujours d'une certaine quantité sur la rotation du cylindre.

Il est facile avec ce graphique de juger de l'amplitude comparative des secousses, en menant une parallèle à l'abscisse et qui soit tangente au sommet de la première courbe. Dans le tracé ci-dessus (fig. 131) l'amplitude des secousses reste constante.

Enfin, l'imbrication oblique convient surtout pour les cas où la forme doit être modifiée pendant l'expérience. Pour l'obtenir il suffit de combiner le mouvement hélicoïdal fourni par la marche du chariot, et le retard de l'excitation fourni par l'emploi des deux poulies. La figure ci-dessous

(fig. 132), obtenue par M. Marey sur une grenouille empoisonnée par la vératrine, montre très-bien les différences dans la forme des secousses

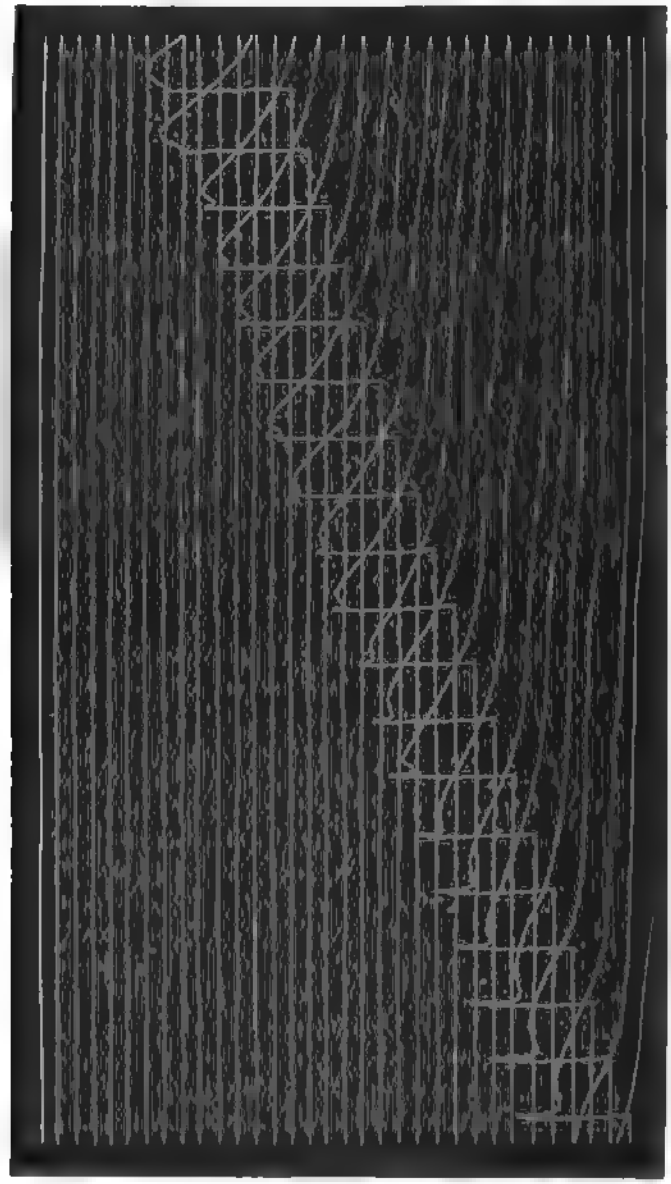


Fig. 132.

obtenues avec la même excitation, et au fur et à mesure que l'animal s'empoisonne.

PINCE MYOGRAPHIQUE. — L'emploi du myographe précédent ne peut s'appliquer, comme on le comprend, qu'à des expériences faites sur des animaux et au prix de mutilations. Pour étudier la secousse musculaire chez l'homme, dans les conditions normales aussi bien que dans les conditions morbides, M. Marey a eu l'idée d'envisager non plus le raccourcissement du muscle, mais le gonflement du muscle. Comme l'un et l'autre sont proportionnels, le graphique du gonflement du muscle doit traduire très-exactement son changement de longueur. L'appareil fort ingénieux qu'il a employé est appelé la pince myographique. Cet appareil se compose (fig. 133) de deux branches A et B, s'articulant au point C de

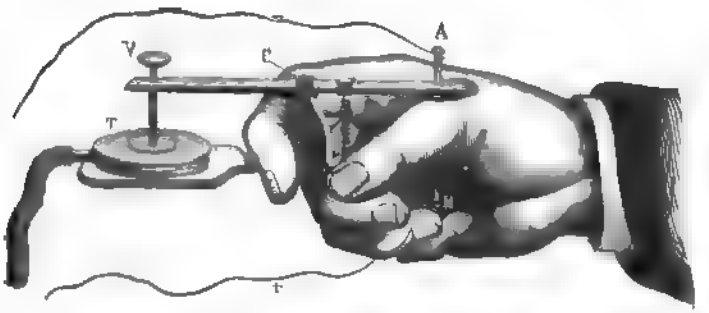


FIG. 133.

telle sorte que la branche V puisse basculer autour de ce point comme le fléau d'une balance. Deux disques de métal sont placés aux extrémités des deux branches. Chacun de ces disques communique par un fil avec l'un des pôles d'une bobine d'induction à glissière, comme celle de du Bois-Reymond. Un ressort à boudin rapproche l'une de l'autre les deux branches, et en forme une pince, qui saisit entre les deux disques de métal le muscle dont on veut enregistrer la contraction. D'autre part, les deux branches de la pince se continuent en arrière de leur articulation C, la branche inférieure porte sur son prolongement un tambour à air T, dont la membrane est tournée en haut et reçoit le contact d'une vis de pression V, qui traverse le prolongement de la branche supérieure. On conçoit que si le muscle saisi entre les deux mors de la pince reçoit, à travers les disques de métal, une décharge électrique, la secousse du muscle, traduite par un gonflement subit de celui-ci, écartera les mors de la pince et, par un mouvement de bascule, fera presser la vis V sur la membrane du tambour. Ce mouvement sera enregistré par les procédés cardiographiques. C'est-à-dire que le tambour T est relié avec un autre tambour semblable, sur lequel repose un levier enregistreur, qui trace sur un cylindre tournant le graphique de la secousse musculaire ou de la série de secousses qui se produira.

M. Marey a modifié cette pince myographique; la nouvelle pince est

fondée sur les mêmes principes que la première, seulement, en raison même de sa forme, elle permet l'exploration d'un grand nombre de muscles, tandis que la première ne permet guère que l'exploration des muscles de la main.

Diverses influences qui modifient la secousse musculaire. — Ces influences sont nombreuses, nous ne passerons en revue que les principales.

Nature et longueur du muscle. — Les muscles striés sont ceux dont la secousse présente la brièveté la plus grande, et pour ceux-ci l'amplitude de la secousse décroît avec leur longueur; ce dernier fait a été constaté par Weber en opérant sur le muscle hyoglosse de la grenouille et en réduisant peu à peu la longueur de ce muscle.

Intensité de l'excitation. — S'il s'agit de l'électricité, la secousse a d'autant plus d'amplitude que l'excitation électrique portée sur le nerf du muscle est considérable, jusqu'à une certaine limite toutefois, à partir de laquelle elle ne se modifie plus (Fick).

Du lieu d'application de l'électricité sur le nerf. — Avec des courants d'égale intensité; l'amplitude de la secousse est d'autant moins considérable que les deux pôles équidistants placés sur le trajet du nerf sont plus près des centres nerveux (Pflüger).

Fatigue. — Sous l'influence de la fatigue produite par des excitations successives égales entre elles, et équidistantes, l'amplitude de la secousse change. L'amplitude commence quelquefois par s'accroître pendant un certain temps, puis elle décroît indéfiniment jusqu'à l'extinction complète. Quant à la durée, elle augmente du commencement à la fin de l'expérience. Cet effet est dû à ce que le muscle, lors de la fatigue, contenant dans son intérieur, comme nous le verrons bientôt, un excès de produit de dénutrition, se répare moins bien qu'à l'état de repos (fig. 130).

Ligature artérielle. — Sous l'influence d'une ligature d'artère faite sur un membre, la secousse d'un muscle appartenant à ce membre présente les mêmes caractères que sous l'influence de la fatigue; c'est-à-dire qu'elle augmente en durée et perd de son amplitude. C'est là une conséquence d'une diminution dans la nutrition du muscle, due à la faible quantité de sang qui arrive au muscle. Peut-être aussi cela tient-il à ce que la circulation n'est plus là pour enlever sans cesse les produits de nutrition.

Température. — Le froid augmente aussi la durée de la secousse et son amplitude. Sans doute cet effet est encore une conséquence de la diminution de nutrition du muscle, due, cette fois, à la contraction des vaisseaux capillaires de celui-ci sous l'influence du froid.

L'échauffement du muscle produit un effet inverse au froid. Quand la température du muscle n'excède pas 30 à 35 degrés, l'échauffement du muscle diminue la durée de la secousse. Au-dessus de 30 à 35 degrés l'amplitude de la secousse décroît; la période ascendante de la secousse est toujours d'une très-grande brièveté, mais la période de descente est incomplète. La cause de ce phénomène, selon M. Marey, tient à un ra-

cornissement graduel de la substance musculaire, qui résiste à la distension et se fige dans la position nouvelle où l'a mise le raccourcissement du muscle excité.

De la secousse dans les diverses espèces animales. — Le tracé de la secousse de la tortue est remarquable par la longue durée de celle-ci. Les secousses des muscles de l'oiseau sont cinquante, soixante fois plus rapides que celles de la tortue. Les poissons donnent aussi des secousses

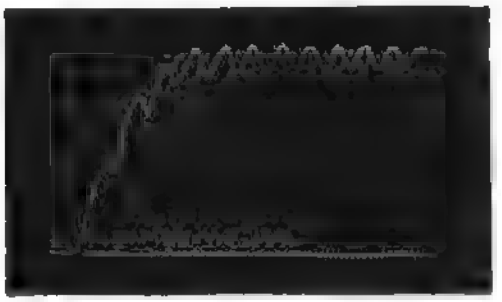


Fig 134.

très-brèves, quoique moins rapides que celles des oiseaux. Les crustacés ont des secousses de durée très-inégale. Les mammifères semblent avoir la secousse plus rapide que les animaux à sang froid, sauf les poissons. La marmotte engourdie a des secousses très-longues ; quand elle s'éveille, les secousses sont de plus en plus courtes.

Du tétanos électrique. — Weber le premier reconnut que l'on peut

Fig. 135.

mettre un muscle dans un état de raccourcissement permanent très-analogue au tétanos, si l'on soumet ce muscle à une série d'excitations très-fréquemment répétées. Ce sont ces expériences qui le conduisirent à

croire que la contraction volontaire était produite par une série d'excitations multiples qui partent du cerveau.

Il appartenait à la méthode graphique de bien faire saisir la manière dont se produit le tétanos électrique, et de démontrer le phénomène fondamental de cette contraction, c'est-à-dire la fusion des secousses.

Plus les secousses déterminées par le passage d'un courant intermittent augmentent en nombre, plus elles tendent à se fusionner. La figure 134 est produite par un muscle, qui reçoit environ dix excitations par seconde et également espacées ; la figure 135 est obtenue avec le même muscle, soumis à des excitations deux fois plus fréquentes. On voit dans cette dernière figure que la fusion des secousses est plus complète que dans celle qui précède.

Si l'on applique aux muscles, non plus des excitations régulièrement espacées, mais des excitations de fréquence croissante, les secousses

Fig. 136.

diminuent graduellement et finissent par disparaître. La figure 136 a été obtenue par M. Marey avec un appareil à rotation, à l'interrupteur duquel on a imprimé un mouvement de rotation uniformément accéléré à l'aide de la machine d'Atwood. On voit que les secousses cessent d'être visibles à partir d'un point qui peut être considéré comme l'origine du tétanos. Le nombre des secousses, du moment où elles sont encore perceptibles, correspond dans cette figure à une fréquence de vingt-sept par seconde environ. L'élévation du tracé, après que les secousses ont disparu, indique que celles-ci continuent, seulement elles sont très-faibles et ne peuvent plus être enregistrées. Mais une preuve bien certaine qu'il en est ainsi, c'est que le muscle en tétanos, c'est-à-dire au moment où il est raccourci sans présenter de secousses perceptibles, fournit à l'auscultation un son d'une tonalité de plus en plus élevée, à mesure que les excitations sont plus fréquentes.

La durée des secousses a une influence notable sur la formation du tétanos. Des secousses qui se succèdent à des intervalles réguliers et avec une certaine fréquence, auront d'autant plus de tendance à se fusionner dans un tétanos absolu qu'elles seront plus allongées. Dans ce cas, elles n'ont le temps d'effectuer qu'une très-faible partie de leur ascension et de leur descente. Au contraire, des secousses très-brèves pourront s'effectuer presque entièrement dans ce même espace de temps, et resteront encore distantes les unes des autres.

La figure 137 a été prise par M. Marey avec le myographe sur un muscle

Fig. 137. Fig. 138.

frais ; le nerf du muscle a été soumis à des courants induits, provoqués par l'interrupteur électro-magnétique. On voit qu'au fur et à mesure que le muscle s'est fatigué, la fusion est devenue de plus en plus complète ; quand le nerf a cessé d'être excité, le muscle a repris sa longueur normale, et le graphique est tombé, brusquement d'abord, puis lentement.

La deuxième figure (fig. 138) est prise sur un muscle déjà épuisé. Au début, les secousses sont presque invisibles ; à la fin, elles le sont complétement. Quand l'excitation a cessé, la ligne de descente est devenue très-oblique, ce qui indique une très-grande lenteur du retour du muscle à sa longueur. On peut voir aussi que la hauteur du graphique est moins élevée que dans la figure précédente, ce qui indique que l'amplitude du tétanos, comme celle de la secousse, décroît par la fatigue.

La figure 139 a été prise par M. Marey sur l'un de ses muscles avec la pince myographique. Ce muscle a été excité par des courants induits. On peut voir que le tétanos est devenu de plus en plus complet, au fur et à mesure que la fatigue se produisait.

Les données qui précèdent démontrent donc, 1° que lorsqu'un muscle se contracte, il existe en celui-ci des vibrations perceptibles à l'oreille ; 2° que l'on peut recueillir l'image de ces vibrations par des procédés

graphiques ; 3° que l'on peut, par le même procédé, recueillir l'onde musculaire en des points divers de son parcours dans les fibres musculaires. Il y a donc tout lieu de croire, d'après ces résultats, que la

Fig. 139

contraction proprement dite, s'effectuant sous l'influence de la volonté, est due, non à la persistance d'une secousse générale, mais bien à la succession d'une série de secousses qui tendent à se fusionner entre elles.

Toutefois, cette théorie n'a pas été acceptée par M. Rouget. Cet auteur a cru remarquer que, pour toute contraction volontaire, courte ou soutenue, quand elle n'entraîne ni hésitation, ni effort, ni travail, les tracés sont absolument dépourvus d'ondulations ; celles-ci se montreraient seulement quand on ajoute des efforts successifs excités par la volonté, pour soulever un poids que la première contraction ne suffit pas à enlever. La faiblessse, la fatigue, la vieillesse, détermineraient également des ondulations, qui indiquent des inégalités dans l'énergie déployée pendant la contraction. M. Rouget n'a jamais pu constater au microscope l'onde musculaire observée par M. Aeby que chez des animaux mutilés ; il n'est pas non plus parvenu à saisir le passage de l'onde musculaire, à l'aide de leviers placés perpendiculairement à la direction des muscles : il a toujours vu, contrairement à MM. Aeby et Marey, les deux leviers se soulever en même temps. Enfin, M. Rouget pense que le bruit musculaire résulte d'excitations nouvelles, qui s'ajouteraient aux premières pour accroître l'intensité de la contraction. Pour lui, la fibre musculaire serait sans cesse en lutte entre deux forces, la tendance permanente au raccourcissement, propriété essentielle de la fibre musculaire, qu'il assimile à un ressort élastique, et la tendance à l'allongement, que produirait incessamment pendant la vie le travail de nutrition. Et pour soutenir cette opinion, il se fonde sur la disposition hélicoïde de la fibre musculaire (V. page 448), et principalement sur le mode de contraction du style des vorticelles. Ce style, contenu dans une gaine transparente, présente à l'état de repos la forme d'une spirale ; aussitôt qu'une excitation atteint l'animal, le style se raccourcit en rapprochant chacun de ses tours les uns des autres ; après que l'excitation a cessé, il reprend sa longueur primitive. Lors de la mort de l'animal les tours de spire se

rapprochent, comme lors d'une excitation, seulement ils persistent dans cet état. La contraction musculaire ne paraît donc être, suivant cet auteur, qu'une élasticité variable sous l'influence de l'action nerveuse, et cette élasticité serait en lutte continuelle avec une influence qu'exercerait le travail de nutrition sur son allongement. Nous dirons avec M. Longet que les résultats obtenus par M. Marey et M. Rouget sont trop différents, pour que ces auteurs se soient placés dans les mêmes conditions d'expérimentation. Quant à la théorie de la contraction musculaire de M. Rouget, il est à craindre que cet auteur ait attaché une trop grande importance à une disposition anatomique qui n'est observable que chez certains animaux inférieurs.

RÔLE DE L'ÉLASTICITÉ MUSCULAIRE. — Le faisceau musculaire et le sarcolemme qui l'enveloppe jouissent d'une certaine élasticité, dont le rôle a été surtout bien démontré par M. Marey. Si le faisceau musculaire n'était point élastique, il devrait, lors de la secousse, prendre subitement la diminution en longueur que lui donne la production de l'onde, et la garder jusqu'à ce que l'onde ait cessé d'exister. L'effet de l'élasticité musculaire est de diminuer la brusquerie du mouvement, ainsi que son amplitude, et d'en prolonger la durée. L'élasticité de la fibre musculaire emmagasine donc une partie de la force qui lui est communiquée pour la formation de l'onde, pour la restituer ensuite, de manière à continuer le mouvement. Ici, il se passe ce qui se passe dans les artères qui emmagasinent, par la tension de leurs parois, une partie de la force impulsive du cœur, et qui la restituent pendant le repos de cet organe au sang, lequel, sans cela, resterait immobile dans les vaisseaux jusqu'à la systole suivante. Il y a dans ces deux cas transformation d'un mouvement vital en un mouvement physique.

L'élasticité des muscles a aussi de l'influence au point de vue du travail produit par ceux-ci. Ce fait découle du principe suivant : *Une force de courte durée, appliquée à mouvoir une masse, a plus d'effet utile lorsqu'elle agit sur cette masse par l'intermédiaire d'un corps élastique.* Pour le cas actuel, l'élasticité transforme la force instantanée qui se produit dans chaque fibre lors de la contraction, en un force continue capable de développer un travail. Si le muscle n'était pas élastique, la force instantanée qui est constituée par la formation de l'onde viendrait se briser contre le fardeau à mouvoir, et se traduirait par un choc qui détruirait le travail utile.

Pour faire comprendre cette explication, que l'on doit à M. Marey, cet auteur a imaginé une très-ingénieuse expérience. Sur un support solidement établi, il adapte une sorte de fléau de balance ; à l'un des bras est suspendue une lourde sphère de métal, à l'autre est attachée par une longue ficelle une petite balle beaucoup plus légère. Au centre de mouvement du fléau de la balance est un encliquetage très-mobile qui le retient dans la position horizontale, bien que la sphère de métal ne soit pas équilibrée. Cet encliquetage permet, si l'on appuie sur l'autre bras de la

balance, de soulever la sphère plus ou moins haut, il la maintient alors dans cette nouvelle position. Une aiguille qui parcourt un quart de cercle note l'intensité de la déviation.

L'appareil étant placé comme dans la figure 140 avec son fléau horizontal, il s'agit de faire tomber la balle d'assez haut pour que, en tendant la ficelle qui la retient, elle développe une force capable de vaincre l'inertie

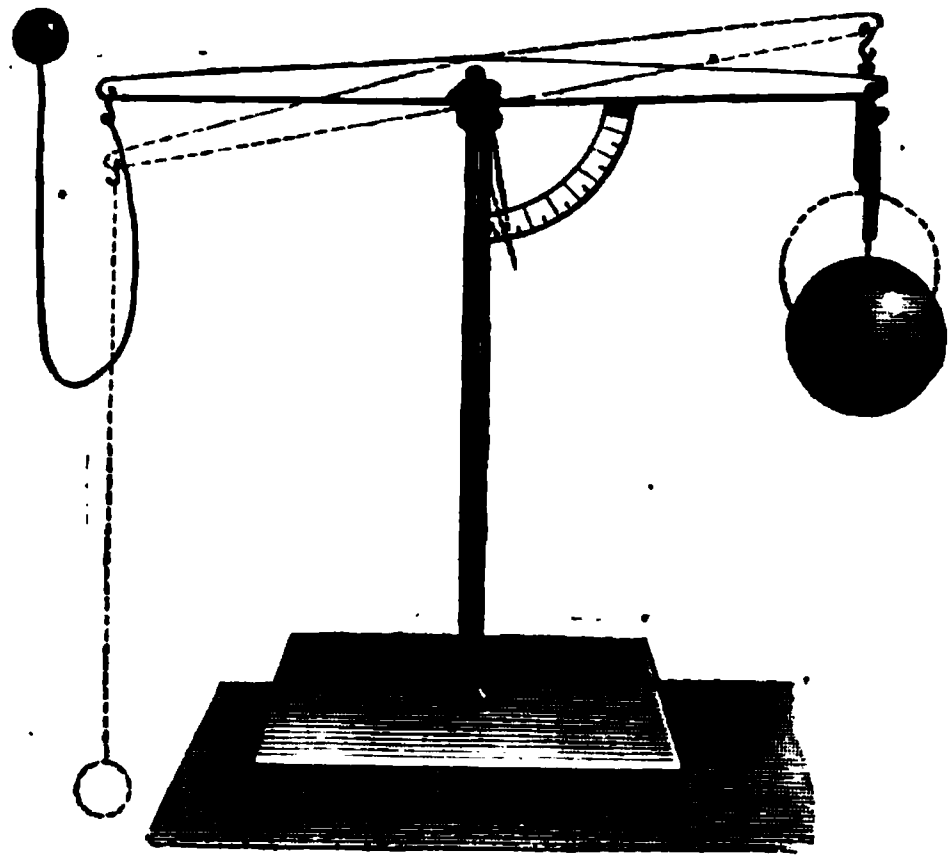


FIG. 140.

de la sphère et de la soulever d'une certaine quantité, ce qui constituera un certain travail accompli. Ce travail sera facile à mesurer, car l'encliquetage retiendra le fléau dans sa position nouvelle et l'aiguille comptera sur le cadran les degrés de la déviation obtenue.

La sphère étant suspendue à un fil rigide et la balle attachée elle-même à une ficelle peu extensible, longue de un mètre, on laisse tomber celle-ci de la hauteur du fléau de la balance ; la corde se tend avec bruit, on entend comme un choc, mais le fléau reste immobile. Si l'on fait tomber la balle d'une hauteur double, le choc est encore plus bruyant, mais la sphère n'est point soulevée. Si maintenant on répète l'expérience après avoir substitué une bandelette de caoutchouc ou un ressort à boudin au fil inextensible qui porte la sphère, dès que la balle en tombant a tendu la ficelle, le fléau de la balance s'incline sensiblement, le ressort à boudin céde à l'action du fléau, mais la sphère est encore immobile, elle ne s'élève que lentement sous la traction du ressort qui la supporte, mais enfin elle arrive à une nouvelle position, représentée dans la figure par la ligne ponctuée. Un travail a donc été produit, dans le second cas, sous l'influence de cette même force vive qui tout à l'heure s'éteignait dans un choc et se transformait sans résultat utile en chaleur et en détérioration des pièces de l'appareil.

VITESSE DE LA CONTRACTION MUSCULAIRE. — Chez l'animal vivant la contraction musculaire peut être extrêmement rapide. Ainsi les mouvements de systole du cœur peuvent se produire 150 à 160 fois à la minute, et

même plus, dans certaines conditions morbides. La contraction des muscles volontaires peut se faire plus rapidement encore que celle du cœur, ainsi, il est facile de faire exécuter à son avant-bras des mouvements complets de flexion, au nombre de deux cents à deux cent cinquante par minute. On doit à Helmholtz un appareil très-simple pour déterminer la vitesse de l'action musculaire. Cet appareil se compose de deux piles A et B, qui communiquent chacune par un fil métallique avec un vase contenant du mercure. La pile A communique de plus par un autre fil avec l'extrémité supérieure d'un muscle de grenouille fixé par une pince; la pile B communique avec l'extrémité inférieure de ce muscle par un autre fil, sur le trajet duquel se trouve placé un galavanomètre. Pour mettre l'appareil en expérience, on soulève le vase de mercure jusqu'à ce qu'il touche le tendon; les deux courants passent alors librement; l'un excite le muscle à se contracter, l'autre fait dévier l'aiguille du galvanomètre tant que le courant demeure fermé, mais, aussitôt que le muscle se détache du mercure, l'aiguille du galvanomètre revient à sa position normale. En notant l'intervalle des deux mouvements de l'aiguille, on a l'intervalle du temps compris entre l'instant où le courant a commencé à passer dans le muscle et celui où le muscle s'est contracté. Les résultats obtenus avec cet appareil ont été les suivants : la pose, c'est-à-dire le temps qui s'écoule avant le commencement de la contraction, a été de 0,020, la durée de la contraction a été de 0,180, la durée du relâchement 0,105. Total 0,305.

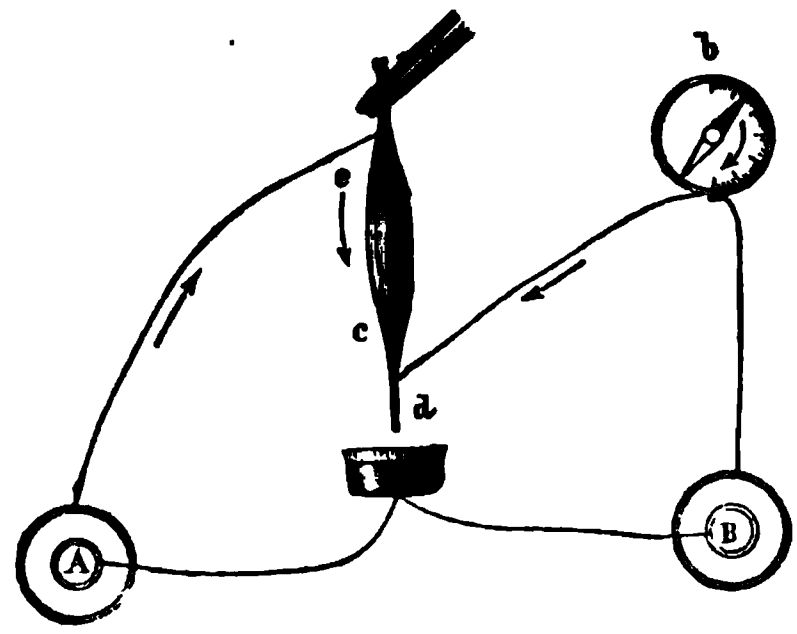


FIG. 141.

DURÉE DE LA CONTRACTION. — La durée de la contraction volontaire est nécessaiment limitée; au bout de quelque temps la fatigue saisit le muscle et la contraction devient impossible. On ne peut laisser les membres supérieurs étendus horizontalement plus de dix-neuf minutes, c'est du moins le maximum de durée fourni par quatre jeunes gens que Gaillard de Poitiers avait mis en expérience. Dans une autre expérience, deux jeunes gens sont restés trente-trois minutes debout, sans que le pied touchât terre. Cette donnée, si vulgaire qu'elle soit, a une importance en médecine légale, car le médecin est quelquefois appelé à donner son avis pour savoir si une déviation des membres présentée par un sujet est réelle ou simulée. On s'assurera de la vérité en observant le sujet pendant un certain temps; la déviation ne pourra persister si elle est simulée par une contraction volontaire.

DE L'ÉTAT DE LA CIRCULATION DANS LES MUSCLES LORS DE LA CONTRACTION. — Pendant que les muscles se contractent, la circulation du sang

dans leur intérieur est activée. On en a la preuve dans la force du jet, quand, lors d'une saignée, l'individu auquel elle est pratiquée contracte les muscles de son avant-bras. Il ne faudrait pas croire que l'augmentation de ce jet résulte uniquement de l'expulsion du sang que renferment les muscles, sous l'influence de la pression à laquelle sont soumises les veines intra-musculaires. Car, s'il en était ainsi, l'écoulement s'arrêterait rapidement, tout le sang veineux des muscles serait bien vite chassé hors de ceux-ci, ce qui n'est pas. M. Marey a, du reste, donné une preuve bien convaincante de cette augmentation dans la rapidité de la circulation lorsque les muscles se contractent, en montrant que, chez les animaux qui viennent de courir, le système artériel s'est désempli, et présente à son intérieur une pression plus faible qu'à l'état de repos

PHÉNOMÈNES CHIMIQUES ET NUTRITION DU MUSCLE PENDANT LA CONTRACTION. — Pendant la contraction, les phénomènes chimiques qui se passent dans le muscle sont notablement augmentés. On démontre facilement qu'alors le muscle absorbe plus d'oxygène et dégage plus d'acide carbonique que dans l'état de repos. Pour cela, on place des cuisses de grenouille sous une cloche qui repose sur le mercure, on fait contracter ensuite ces cuisses en faisant passer à travers elles un courant électrique, et l'on constate que l'air contenu sous la cloche a perdu de son oxygène et gagné de l'acide carbonique. Or, ces échanges d'oxygène et d'acide carbonique effectués entre le muscle et l'air extérieur, lors de la contraction, se réalisent dans les conditions normales entre le muscle et le sang contenu dans les vaisseaux capillaires. M. Cl. Bernard, surtout, a bien fait voir que le sang artériel perdait en traversant le muscle en contraction une certaine quantité d'oxygène, et que le sang veineux gagnait une certaine quantité d'acide carbonique ; de là, une coloration d'autant plus noire de ce dernier que les muscles se contractent davantage ; de là aussi une coloration du sang veineux plus rouge chez les sujets atteints de paralysie.

En même temps que le sang artériel cède son oxygène au muscle, il cède aussi des principes tertiaires et quaternaires qui viennent s'assimiler aux matériaux préexistants, et remplacer ceux que l'oxygène détruit complétement ou incomplétement par des phénomènes de combustion ; ces derniers rentrent dans le sang veineux sous forme d'acide carbonique, de créatine, d'acide inosique, d'acide lactique.

Si les contractions sont fréquentes, ces produits de dénutrition s'exagèrent et ne s'échappent que lentement des muscles ; de plus, l'acide lactique augmentant de plus en plus donne au suc musculaire, habituellement alcalin, une réaction acide, en même temps qu'il coagule une substance protéique, découverte par Kühne, dans ce suc, la myosine. Ce sont ces deux causes réunies qui augmentent le volume et la dureté des muscles quand leur contraction est fréquente ; ce sont elles aussi qui donnent lieu à la sensation de fatigue. J. Hunter rapporte qu'ayant fait jouer une pompe avec une très-grande force pendant dix minutes, au bout de ce temps, la fatigue survint ; le bras avait acquis un accroissement de six huitièmes de pouce

en circonférence, même dans le relâchement du muscle, et de quatre huitièmes dans un état de contraction. Et, il fait observer que ce qui démontre que l'augmentation de volume a bien son siége dans les muscles eux-mêmes, c'est la roideur que l'on sent quand on fait agir les muscles fatigués. Il est, du reste, d'observation vulgaire que le mollet est dur et augmenté le soir, après une journée de marche.

Ainsi donc, pendant que le travail de dénutrition s'accomplit dans le muscle qui se contracte, un travail réparateur se fait en sens inverse ; seulement, à un moment donné, si les contractions sont fréquemment répétées, ce dernier est entravé par l'accumulation des principes de désassimilation qui s'échappent lentement du muscle. Mais ceux-ci sortis, le muscle reprend son activité nutritive ainsi que son volume normal, et même, si les contractions musculaires ont été fréquemment répétées, le travail de réparation tend généralement à l'emporter sur le travail de dénutrition ; c'est la raison pour laquelle le bras droit, celui dont on se sert habituellement, est plus développé que le bras gauche, pour laquelle les mollets des danseurs présentent souvent d'énormes proportions, pour laquelle les muscles fessiers, plus actifs chez l'homme que chez les animaux, en raison de sa destination à l'attitude bipède, sont plus volumineux chez les premiers que chez les derniers. On comprend, par cela même, facilement les bons effets de la gymnastique sur le développement du système musculaire. Par contre, l'immobilité, indépendamment de toute lésion nerveuse, suffit pour diminuer la nutrition du muscle et amener son atrophie. C'est ce que l'on observe notamment dans certains muscles à la suite de luxations non réduites, dans les cas d'ankylose, dans les cas de pieds bots non congénitaux.

CHALEUR PRODUITE PENDANT LA CONTRACTION MUSCULAIRE. — Les phénomènes chimiques qui se passent dans le muscle augmentent nécessairement la température du muscle. MM. Becquerel et Breschet ont constaté, à l'aide de l'appareil thermo-électrique, que la température du biceps brachial qui, au repos, était de 36°,50, pouvait, après la flexion répétée du bras, s'élever de 0°,5 et même de 1° après des efforts énergiques.

Toutefois, la quantité de chaleur peut varier suivant le but de la contraction. Si un muscle se contracte sans effectuer un travail utile (contraction statique de M. Béclard), la chaleur sensible dégagée égale celle qui est produite par les réactions chimiques. Si un muscle se contracte pour produire un travail utile, comme celui de soulever un poids (contraction dynamique), la chaleur sensible est moindre que celle qui a été produite par les combustions, la portion de chaleur qui échappe au thermomètre a été transformée en travail mécanique. Enfin, quand le muscle se contracte pour produire alternativement un travail positif et un travail négatif, la température est la même que pendant la contraction statique. Ces vues sur lesquelles nous nous sommes déjà arrêté (p. 25), et sur lesquelles nous nous arrêterons plus longuement encore à propos de la température animale, ont été confirmées par MM. Charcot et Bouchard.

Ces auteurs ont reconnu que dans les cas de convulsions toniques, telles que celles qui existent dans le tétanos spontané ou traumatique, dans les accès épileptiformes, dans la méningite cérébro-spinale, dans le choléra avec crampes, la température des parties centrales s'élevait notablement par rapport à la température normale. En pareil cas leur contraction persistante détermine de la rigidité avec immobilité de la partie; la contraction ne s'accompagne pas de travail mécanique, elle produit de la chaleur, et cette chaleur se communique du muscle au sang qui le traverse.

Dans les convulsions cloniques, au contraire, telles que celles de la chorée, de la paralysie agitante, alors que les contractions musculaires produisent des mouvements alternatifs plus ou moins étendus, la température des parties centrales, quelque intenses que soient les mouvements convulsifs, ne subit pas de déviation sensible du type normal. Les résultats précédents ont été les mêmes chez des animaux, chez lesquels on provoquait des convulsions toniques ou cloniques, avec la strychnine, l'extrait de fève de Calabar ou l'électricité.

DES PHÉNOMÈNES ÉLECTRIQUES QUI SE PASSENT DANS LE MUSCLE A L'ÉTAT DE REPOS ET A L'ÉTAT DE CONTRACTION. — Tout phénomène chimique s'accompagne non-seulement de production de chaleur, mais encore de production d'électricité. Les muscles, par conséquent, chez lesquels les phénomènes chimiques acquièrent une intensité remarquable à l'état de repos comme à l'état de mouvement, doivent fournir, outre de la chaleur, de l'électricité. Et, en effet, on peut facilement démontrer dans l'intérieur des muscles l'existence de courants électriques, et de plus leur direction. L'instrument employé à cet effet, le plus simple, le plus sûr, le moins dispendieux, est la patte galvanoscopique. On appelle ainsi une patte de la grenouille séparée du tronc de l'animal, et à laquelle on laisse suspendue une certaine longueur du nerf sciatique. Après avoir disposé sur deux parties différentes d'un muscle le nerf de cette patte, de telle façon que celui-ci touche ces deux parties par son extrémité d'une part, et par un autre point de son trajet de l'autre, si un courant se produit, les contractions de la patte dénoteront l'existence de ce courant. Pour connaître maintenant le sens du courant, il suffit de savoir qu'un courant qui passe dans le nerf, du bout central vers la périphérie (courant direct) fera contracter la patte à l'établissement du courant, c'est-à-dire aussitôt que les deux points du nerf toucheront les deux parties du muscle en expérience; et un courant qui passe dans le nerf, de la périphérie vers le centre (courant inverse), fera contracter la patte à l'interruption du courant, c'est-à-dire quand on éloignera le nerf des parties touchées. Il faut savoir aussi que si la patte galvanoscopique était très-irritable, elle se contracterait et à l'établissement du courant et à son interruption; mais, si l'on attend quelques instants, elle finit par ne plus se contracter qu'à un de ces deux temps. Soit maintenant les muscles de la cuisse de la grenouille complétement à nu et coupés transversalement (fig. 142); si l'on dispose le nerf de la patte galvanoscopique, contenue dans un tube

de verre isolant, de manière que l'extrémité touche la surface externe ou

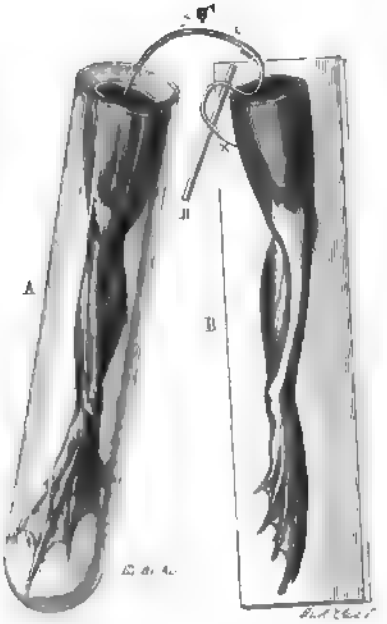


Fig. 142. — Disposition de l'expérience pour constater à l'aide de la patte galvanoscopique le courant musculaire.

longitudinale d'un muscle, et qu'un point de ce cordon nerveux touche la surface de section ou transversale de ce même muscle, aussitôt les contacts établis, la patte galvanoscopique se contracte. Si, au contraire, l'extrémité du nerf est placée sur la surface de section, et que le nerf touche par un point de son trajet la surface longitudinale, la patte galvanoscopique se contracte, non lorsque le courant s'établit, mais au contraire quand il s'interrompt. Cette expérience démontre donc, d'une façon bien certaine, que le nerf disposé en anse entre la surface de section et la surface longitudinale, est traversé par un courant, qui, dans le muscle, va de la surface de section à la surface libre, qui, dans le nerf de la patte galvanoscopique, va de la surface libre à la surface de section. Si au lieu d'appliquer les extrémités de l'anse nerveuse empruntée à la patte galvanoscopique, l'une sur la surface longitudinale d'un muscle, l'autre sur la surface transversale, on les applique, l'une sur la surface longitudinale, l'autre sur le tendon directement, les résultats seront identiquement les mêmes

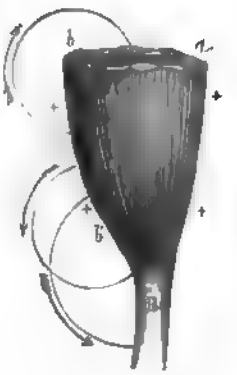


Fig. 143. — Flèches indiquant la direction du courant dans l'arc conducteur placé à l'extérieur du muscle.

que dans le premier cas, c'est-à-dire que le courant ira, dans le muscle, du tendon à la surface longitudinale, dans le conducteur nerveux, de la surface longitudinale au tendon. Ce fait s'explique parce que le tendon étant en connexion avec les extrémités de tous les faisceaux du muscle, peut être considéré comme la surface de section de celui-ci.

On arrive au même résultat qu'avec la patte galvanoscopique avec le galvanomètre ; pour cela il suffit de placer les deux fils conducteurs de cet instrument, l'un sur la surface longitudinale d'un muscle disposé sur une plaque isolante; l'autre sur la surface de section, ou inversement, et la déviation de l'aiguille révélera toujours la direction du courant musculaire telle que nous l'avons indiquée. Afin d'opérer avec plus de précision, M. Regnauld a fait usage de l'appareil suivant : deux conducteurs sont fixés à un galvanomètre, chacun de ces conducteurs se termine par une lame de zinc qui plonge dans un vase contenant une dissolution saturée de sulfate de zinc. Les deux vases C C sont munis de coussinets B B, com-

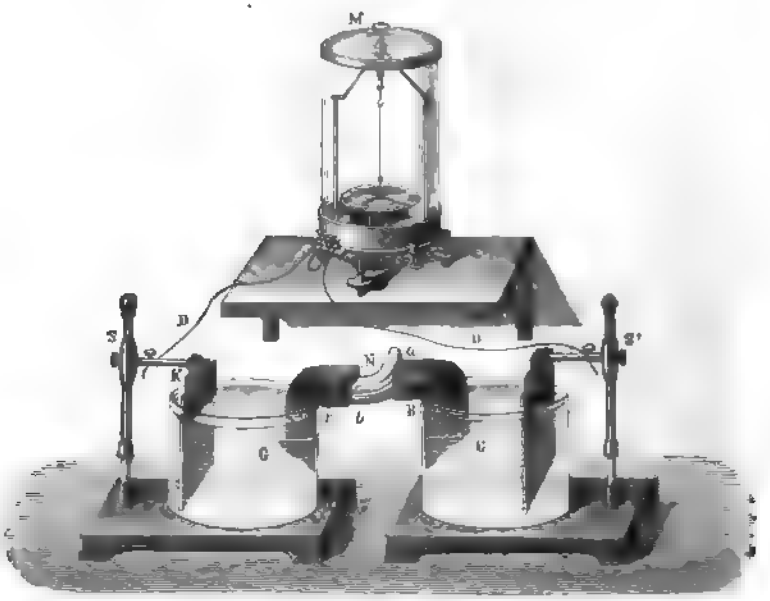


Fig. 144. — Appareil de M. Regnauld.

posés de papier mouillé et plongeant par une de leurs extrémités dans les vases. Si, sur les deux coussinets on pose un corps capable de donner naissance à un courant électrique, le courant passera par le papier mouillé, par le liquide des vases, puis s'écoulera par les conducteurs qui représentent ainsi les rhéophores d'une pile dont l'élément actif serait au milieu du pont de papier qui réunit les deux vases. Dès qu'un muscle frais est placé sur les deux coussinets, de façon qu'il repose sur l'un par sa surface longitudinale, sur l'autre par sa surface de section, on voit que

l'aiguille du galvanomètre est déviée, la déviation indiquant toujours que le courant dans les conducteurs va de la surface libre à la surface de section, dans le muscle de la surface de section à la surface libre. Cet appareil n'est qu'une modification d'un appareil de du Bois Reymond qui faisait plonger les rhéophores, terminés ici par des fils de platine, dans du sel marin. L'appareil de M. Regnauld a comme avantage sur le précédent de mettre mieux à l'abri des polarisations secondaires, et de rendre par cela même les résultats plus certains.

Pour rendre le courant musculaire plus évident encore, on peut, ainsi que M. Matteucci l'a fait le premier, construire avec les muscles de la grenouille une pile composée d'un certain nombre d'éléments. Pour cela on désarticule inférieurement un certain nombre de cuisses, six, huit, dix; on les coupe à la partie supérieure, et l'on fixe l'extrémité de chaque cuisse dans la surface de section d'une autre; ainsi on augmente l'intensité du courant musculaire. La déviation du galvanomètre est, en effet, bien plus grande quand les rhéophores sont appliqués l'un à la surface de section de la première cuisse, l'autre à la surface libre de la dernière, qu'avec une seule cuisse. Et, si l'on dispose la pile musculaire de manière que ses deux extrémités soient à une petite distance l'une de l'autre, on pourra ainsi placer le nerf d'une patte galvanoscopique en rapport, par son extrémité libre, avec la surface de section, par un autre point de son trajet avec la surface longitudinale du dernier élément, ou inversement, et les muscles de cette patte se contracteront d'une façon très-notable, soit à l'établissement du courant, soit à l'interruption, suivant la disposition qu'affectera le nerf.

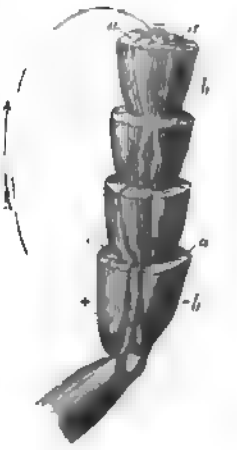


Fig. 115. — Pile musculaire. Flèche indiquant sa direction dans le fil du galvanomètre.

M. Matteucci a, de plus, réalisé sur l'animal vivant l'expérience précédente de la façon qui suit : Il cloue sur une table, l'une à côté de l'autre, un certain nombre de grenouilles vivantes, après leur avoir enlevé la peau des membres postérieurs, puis il fait à toutes une incision dans les muscles de la cuisse. Alors, il place une jambe de chaque grenouille en contact avec l'intérieur des muscles de la cuisse coupée, appartenant à la suivante. Le courant que l'on obtient avec une telle disposition est, comme avec la pile musculaire précédente, dirigé de l'intérieur du muscle à la partie externe dans l'animal ; de plus, son intensité est, à nombre égal d'éléments, plus considérable qu'en opérant avec des grenouilles mortes, et elle s'affaiblit plus lentement.

Le courant musculaire peut présenter une intensité très variable, suivant les conditions dans lesquelles on le recherche. Il varie avec la puissance contractile du muscle. Faible dans les muscles de l'intestin, il est considérable dans le cœur, et pour les muscles striés il est d'autant plus

fort que ceux-ci se contractent plus facilement. Immédiatement après la mort, il est plus fort chez les animaux supérieurs que chez les animaux inférieurs, seulement l'excitabilité persistant peu de temps chez les premiers, le courant musculaire disparaît beaucoup plus vite que chez les seconds. On peut, toutefois, en refroidissant les animaux supérieurs avant la mort, constater une persistance plus longue du courant. La marmotte réalise cette singulière transformation pendant son sommeil d'hiver. Le courant musculaire est indépendant du système nerveux, on peut s'en assurer sur des animaux empoisonnés par le curare. Il est plus fort chez les animaux bien nourris que chez les animaux mal nourris, chez les animaux sains que chez les animaux malades. Il ne perd pas de son intensité chez les animaux empoisonnés par l'acide hydrocyanique, l'hydrogène arsénié, les narcotiques. Au contraire, l'hydrogène sulfuré diminue ou abolit le courant. Enfin, le courant musculaire n'est plus appréciable sur des muscles qui, après la mort, ont perdu leur contractilité, à plus forte raison sur des muscles atteints de rigidité cadavérique; mais elle peut réapparaître dans ces mêmes muscles si, par l'injection du sang oxygéné dans les vaisseaux qui les parcourent, on fait renaître les phénomènes de combustion en même temps qu'on fait disparaître la rigidité et réapparaître la contractilité.

Si le courant musculaire varie avec l'état contractile du muscle, c'est qu'il est comme celui-ci subordonné à l'intensité des phénomènes chimiques qui se passent dans son sein ; et, si le courant affecte une direction particulière, cela résulte, sans doute, de ce que les phénomènes chimiques n'ont pas la même intensité à la surface du muscle et dans sa profondeur. L'expérience suivante de M. Pickford, que nous empruntons à M. Béclard, plaide en faveur de cette manière de voir : Après avoir lavé un membre de grenouille dans de l'eau à 37 degrés centigrades pendant quelques minutes, cet auteur a constaté que le courant musculaire avait changé de direction ; au lieu d'aller de la surface longitudinale à la surface de section, à l'extérieur du muscle dans le circuit métallique, il allait de la section transversale à la surface naturelle. Il semble donc, dans cette expérience, que la température à laquelle la surface extérieure du muscle a été soumise ait augmenté momentanément les phénomènes chimiques dans les parties superficielles, et soit devenue ainsi la cause de l'interversion du courant.

Pour expliquer l'état électrique du muscle, du Bois-Reymond suppose le muscle constitué par une série de molécules sphériques placées bout à bout, et possédant dans la zone équatoriale et dans les zones polaires deux électricités différentes, l'électricité positive dans la première, l'électricité négative dans les secondes. En raison de cette disposition, il existerait aux deux extrémités de chaque faisceau musculaire et sur chaque coupe transversale d'un muscle un état électrique négatif, à la surface longitudinale de chaque faisceau et du muscle entier existerait au contraire un état électrique positif. Si l'on réunit par un conducteur

métallique la surface libre d'un muscle, et sa surface de section, les électricités de noms opposés se recomposeront, et dès lors on donnera naissance à la production d'un courant.

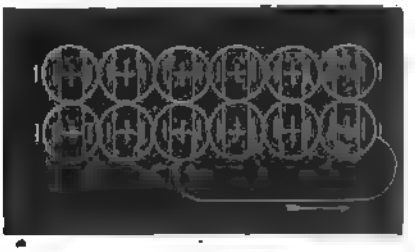


Fig. 146.

Mais ce courant n'existe pas normalement. Il n'y a pas plus de courants dans l'organisme qu'il y en a quand on met du zinc impur dans de l'acide sulfurique. Pour les produire dans les deux cas, il est nécessaire de faire usage d'arcs conducteurs. Dans le muscle, il est bien évident que les polarités auront plus de tendance à se détacher de ces fils qui sont destinés à orienter le courant, mais à l'état normal rien ne concourt à cette orientation, rien ne forme circuit. Il ne peut par conséquent y avoir aucun courant.

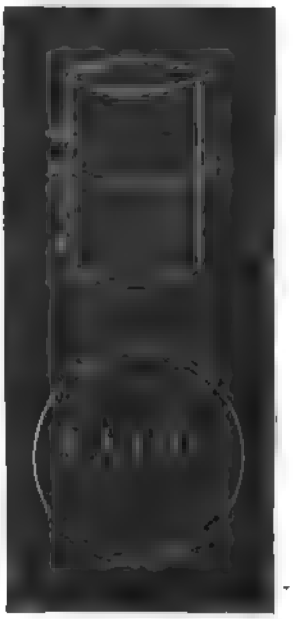


Fig. 147.

Du Bois-Reymond reconnaît de plus que la polarité musculaire se répartit d'une façon différente sur les divers points du muscle. Au milieu du muscle et dans le sens transversal existerait une ligne neutre, à partir de laquelle les tensions électriques iraient en décroissant, et cela d'une façon régulière. Ce qui le prouverait, c'est qu'on peut obtenir un courant musculaire en plaçant les deux extrémités des rhéophores du galvanomètre sur des points asymétriquement placés, *m*, *o* (fig. 147); le courant va alors du point le plus rapproché de la ligne neutre au point le plus éloigné; au contraire, on n'obtient aucune trace de courant sur des points symétriques, *m*, *n*. Sur la surface de section, il y aurait aussi un point neutre correspondant au centre de cette surface, car on développe un courant en plaçant les extrémités des rhéophores du galvanomètre sur des points asymétriques de cette surface de section *d*, *a*, le courant se dirigeant du point le plus rapproché au point le plus éloigné, tandis qu'on n'obtient aucune trace de courant sur des points symétriques *b*, *a*.

Nous devons nous demander maintenant ce que devient le courant musculaire quand un muscle se contracte. Dans ce cas, l'aiguille du galvanomètre mise en rapport, par les rhéophores de l'appareil, avec la surface libre et la surface de section du muscle, et qui pendant le repos du muscle était déviée, revient peu à peu à zéro, le dépasse même, quand on suscite une contraction musculaire à l'aide d'un appareil d'induction. Cette déviation de l'aiguille a été interprétée d'une façon différente par MM. Matteucci et du Bois-Reymond. M. Matteucci pense qu'elle indique la production d'un nouveau courant en sens inverse du premier, et invoque à l'appui de son opinion la contraction que l'on observe quand, après avoir placé le nerf de la patte galvanoscopique sur le muscle d'une

Fig. 148. — Manière de disposer les pattes galvanoscopiques pour faire l'expérience de la contraction dite enduite.

autre patte de la même nature, et que l'on excite le nerf de cette dernière on voit la première patte se contracter. C'est ce phénomène auquel on a donné le nom de *contraction induite*, phénomène que l'on peut rendre plus évident encore en se servant d'un grand nombre de pattes galvanoscopiques, disposées les unes par rapport aux autres comme nous venons de l'indiquer pour deux d'entre elles (fig. 148). D'après Matteucci, si, dans cette expérience, la deuxième, la troisième, la quatrième patte se contractent quand on excite le nerf de la première, c'est que le muscle en se contractant développe un courant inverse de celui qui existe à l'état de repos. M. du Bois-Reymond pense, au contraire, que l'oscillation négative (c'est ainsi qu'il appelle le brusque revirement du galvanomètre au moment de la contraction) indique simplement que tout courant cesse dans le muscle, l'aiguille ne faisant que revenir à sa position première; et si, quelquefois, elle la dépasse, c'est en raison de sa vitesse acquise. Ce qui le prouverait, selon lui, c'est qu'elle ne tarde pas, après l'avoir dépassée, à revenir à zéro.

SENSIBILITÉ MUSCULAIRE.

Le muscle non-seulement se contracte mais encore est sensible ; nous reporterions l'étude de la sensibilité musculaire à celle de la physiologie du système nerveux, si cette propriété ne jouait un rôle des plus importants pour l'exercice des mouvements volontaires.

La sensibilité des muscles à la douleur est un fait incontestable, et on a tout lieu de s'étonner que Remak ait contesté l'existence de cette sensibilité. Elle est démontrée par les vives douleurs perçues lors des contractions convulsives des muscles et appelées crampes, ou lors des déchirures musculaires. L'électricité est un excellent moyen pour constater sur le vivant cette sorte de sensibilité ; seulement, il faut prendre certaines précautions, si l'on ne veut pas s'exposer à confondre la sensibilité musculaire avec la sensibilité cutanée. Pour cela, faisant usage d'une pile à courants d'induction dont les rhéophores sont munis à leurs extrémités d'éponges mouillées, on place ces éponges à une certaine distance l'une de l'autre ; si, alors, on exerce sur les rhéophores une certaine pression, le courant passera presque directement dans les muscles, sans passer par la peau. On peut encore, pour arriver à ce résultat, rapprocher les éponges de façon qu'elles se touchent, puis les écarter peu à peu. Par ces moyens on peut constater que tous les muscles ne sont pas également influencés par le courant : en première ligne viennent les muscles de la face, en dernière les muscles du dos, les muscles fessiers tiendraient le milieu. Le galvanisme appliqué sur le muscle directement donne le même résultat que s'il était séparé des rhéophores par les téguments et les couches sous-jacentes. M. Duchenne (de Boulogne) s'est assuré de ce fait sur le muscle grand pectoral d'une femme qui avait été mis à nu à la suite de l'ablation d'un sein.

Il est une affection où cette sensibilité musculaire est souvent singulièrement exaltée, nous voulons parler de l'hystérie. Selon M. Briquet, sur quatre cents femmes hystériques, c'est à peine si l'on en rencontre une vingtaine qui sont exemptes d'hyperesthésie musculaire ; celle-ci siége au niveau des masses musculaires ; en général, elle occupe les muscles superficiellement placés et s'exaspère au point de provoquer des accès d'hystérie, lorsqu'on gratte légèrement la peau avec le bout du doigt, de manière à exciter directement la fibre musculaire.

Les muscles jouissent aussi d'une sensibilité à la pression ; ce qui le prouve, c'est que des sujets qui ont la peau seule anesthésiée possèdent la notion du poids du corps placé sur les muscles sous-jacents au tégument paralysé. C'est aussi à la sensibilité musculaire que doit être rapportée la sensation de fatigue, de courbature survenant sous l'influence de l'exercice prolongé des muscles.

Enfin, les muscles possèdent une sensibilité toute particulière à laquelle se rattachent les expressions de sens musculaire (Ch. Bell), sentiment

d'activité musculaire (Gerdy), conscience musculaire (Duchenne de Boulogne), instinct locomoteur (Bourdon), sentiment du mouvement (Brach).

La connaissance de cette sensibilité a été fournie par l'observation des troubles singuliers que présentent, du côté du système locomoteur, certaines femmes atteintes de paralysies hystériques, dès que ces malades cessent de voir. Ces troubles sont de deux ordres; chez les unes, ils consistent dans l'impossibilité d'apprécier les divers états de leurs muscles. Ainsi, les yeux étant fermés, ces malades n'ont plus conscience ni de la position de leurs membres, ni même de leur existence. Elles ne peuvent dire dans quelle situation sont placés leurs bras ou leurs jambes, si une main étrangère les a déplacés; quand elles font un mouvement, elles en ignorent l'étendue, et quelquefois même ne savent pas s'il a eu lieu; si on les prie de fléchir un membre, elles l'étendent, ou inversement; ces malades sont incapables d'apprécier le poids d'un corps qu'on leur met dans la main; elles n'ont aucune idée de la résistance qu'elles ont à vaincre, et ne peuvent proportionner leurs efforts à leur volonté.

Chez d'autres malades, quand les yeux sont fermés, la faculté de mouvoir leurs membres est complétement perdue; ces femmes semblent complétement paralysées quand elles sont dans l'obscurité, mais dès que la vue leur est rendue, leurs mouvements se rétablissent d'une façon complète.

M. Duchenne (de Boulogne) s'est efforcé de démontrer dans son ouvrage sur l'électrisation localisée que les premiers troubles que nous venons de signaler correspondent à la perte du sens musculaire de Ch. Bell, de la sensation d'activité musculaire de Gerdy, et que ces troubles affectent la sensibilité générale des muscles ou électro-musculaire. Mais il pense que les troubles présentés par les secondes malades se rapportent à une sensibilité spéciale, à laquelle il a donné le nom de conscience musculaire, et qui serait essentiellement différente de la première. Cette distinction n'a pas généralement été acceptée; la plupart des physiologistes et des médecins admettent que dans les muscles, la sensibilité est une, et non multiple comme dans la peau. Et la preuve qu'ils en donnent, c'est qu'un muscle ayant perdu la sensibilité électro-musculaire, a toujours perdu en même temps la sensibilité à la pression, celle d'activité musculaire, ainsi que son aptitude motrice.

Il ne faudrait pas croire que le muscle seul nous donne la notion de l'effort exécuté pour la production de tel ou tel mouvement; on doit tenir compte aussi des sensations extrinsèques aux muscles. Nos muscles en se contractant diminuent de longueur, affectent, par conséquent, une série de déplacements sur les parties qui les entourent, compriment, tiraillent des tissus fibreux, cellulaires, aponévrotiques, font glisser des surfaces articulaires les unes sur les autres, impriment des mouvements aux membranes synoviales, favorisent le frottement de la peau contre les parties voisines de celle-ci. Or, toutes ces parties sont sensibles, il est vrai à des degrés différents, mais, en réalité, elles sont la source de sensations mul-

tiples complexes qui, s'ajoutant à la sensibilité musculaire, concourent pour une très-grande part à nous donner une notion de l'activité du muscle. On peut même dire que ces sensations extrinsèques aux muscles sont bien plus puissantes que la sensation musculaire pour nous donner cette notion. La sensation musculaire est inconsciente, il faut un effort musculaire longtemps soutenu pour qu'elle soit réellement perçue; c'est elle alors qui fournit la notion de fatigue; celle des parties extra-musculaires, au contraire, est consciente. Si l'on interroge, comme le dit Trousseau, une personne fort intelligente, mais complétement étrangère aux notions de physiologie et d'anatomie, et, si on lui demande quel est le siége du mouvement d'extension et de flexion des doigts qu'elle exécute, elle le place non à l'avant-bras, mais exclusivement dans les mains où elle sent les parties glisser les unes sur les autres. Que l'on fasse dans l'espace avec son bras des signaux quelconques, et l'on verra que la sensation que l'on éprouve est moins rapportée aux muscles qu'aux articulations qui se meuvent; que l'on écarte les doigts, et l'on comprendra immédiatement qu'il serait bien difficile de trouver la notion sensible du mouvement dans d'autres parties que dans la peau distendue des commissures. C'est en réfléchissant à tous ces faits que Trousseau s'était demandé si, même, il existait un sens musculaire comme l'entendait Ch. Bell.

DE LA CONTRACTION DES MUSCLES LISSES COMPARÉE A CELLE DES MUSCLES STRIÉS.

Comme les muscles striés, les muscles lisses reviennent sur eux-mêmes quand on les excite; mais au lieu de se contracter de même que les premiers, toujours brusquement, dès que l'excitation est portée sur eux, et de cesser leur contraction quand l'excitant est enlevé, les muscles lisses présentent dans leur manière de réagir des caractères très-variables. Leur contraction peut être presque aussi brusque et cesser presque aussi rapidement que celle des muscles striés, c'est là une exception; les fibres de l'iris seules présentent cet exemple. Le plus souvent, la contraction ne s'effectue qu'un certain temps après que l'excitant a été porté sur le muscle, et elle persiste un certain temps après que l'excitant a été enlevé; de plus, elle s'irradie au delà du point excité dans une certaine étendue; c'est ce qui se passe dans les muscles de l'intestin. Quelquefois, enfin, le mouvement est rhythmique, c'est-à-dire caractérisé par une série régulière et alternative de contractions et de relâchements. C'est ce que l'on voit chez les animaux dans un certain nombre de conduits excréteurs : canal cholédoque, uretères.

Comme dans les fibres musculaires, les fibres lisses, quand elles se contractent, sont parcourues par une onde. Ce fait a été constaté par M. Ch. Robin. Cet auteur a vu sous le champ du microscope la fibre se renfler en un point ou deux; ces renflements disparaissaient d'un point

pour apparaître dans un autre, « comme s'ils couraient lentement sur sa longueur et successivement ». Chaque fibre lisse semble donc, quand elle se contracte, être le siége d'une véritable secousse, comme chaque fibre striée, et cette secousse ne se traduit par un mouvement lent que parce qu'elle se passe et se propage dans des éléments infiniment courts.

Comme les muscles striés, les muscles lisses jouissent au moment de leur contraction d'une nutrition plus active, et l'on trouve aussi dans leur intérieur les mêmes produits de décomposition.

Comme pour les muscles striés, le volume des muscles lisses est proportionné à l'activité qu'ils déploient. C'est ainsi que la vessie s'hypertrophie dans les cas d'obstacle à l'écoulement de l'urine.

Enfin les muscles lisses, de même que les muscles striés donnent des signes d'un courant électrique, seulement moins intense que chez ces derniers.

Index bibliographique (Tonicité musculaire, de la contraction dans les muscles striés, sensibilité musculaire, de la contraction dans les muscles lisses). — DUCHENNE (de Boulogne), *De l'électrisation localisée.* Paris, 1861. — HALLER, *Elementa physiologiæ.* — PRÉVOST et DUMAS, *Mémoire sur les phénomènes qui accompagnent la contraction musculaire,* in *Journal de physiologie,* 1823. — BICHAT, *Anatomie générale.* — AEBY, *Untersuchungen über die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Reitzung unter der quergestreiften Muskelfaser.* Braunschweig, 1862. — MAREY, *Du mouvement dans les fonctions de la vie.* Paris, 1868. — COLLONGUES, *Du bruit musculaire,* in *Gaz. hebdom.,* 1856.—WOLLASTON, Mémoire lu à la Société royale le 16 novembre 1809. —HELMHOLTZ, *Archiv für Anat. med. Physiol.,* 1850. — IDEM, *Versuche über das muskelgeräusch* (*Monatsbericht der Berlin. Acad.,* 1864. — FICK, *Untersuchungen über electrische Nervenreizung.* — VALENTIN, *Beiträge zur Kenntniss des Winterschlafes der Murmelthiere* 24 Abth. — IDEM, *Die Zuckungsgesetze des lebenden Nerven und Muskels.* Berlin, 1868. — CH. ROUGET, *Mémoire sur les tissus contractiles et la contractilité,* in *Journal de la physiologie de l'homme et des animaux.* Octobre 1863. — IDEM, *Note sur les phénomènes de la contractilité musculaire chez les vorticelles* (*Comptes rendus de l'Académie des sciences de Paris,* 3 juin 1867). — W. Kühne, *Myologische Untersuch.* Leipzig, 1860. — HUNTER, *Œuvres.* — CHARCOT et BOUCHARD, *Sur les variations de la température centrale qui s'observent dans certaines affections convulsives,* in *Comptes rendus de la Société biologique,* 1866. — DU BOIS-REYMOND, in *Annales Poggendorf,* janvier 1843. — IDEM, *Annales de chimie et de physique,* t. XXX. — IDEM, *Ueber das Gesetz des Muskelstromes,* etc., *Reichert's und du Bois-Reymond Arch.,* 1863. — MATTEUCCI, *Leçons sur la physiologie des corps vivants.* Paris, 1847. — BÉCLARD, *Traité de physiologie.* — DUCHENNE (de Boulogne), *De l'électrisation localisée.* Paris, 1861. — CH. BELL, *The hand, its mechanism and vital endowments.* Londres, 1834. — GERDY, *Des sensations et de l'intelligence.* Paris, 1846. — BRACH, *Ueber einem nicht hinlänglich beob. Punkt aus d. Phys. der Nerven. u eine eingenth. Art v. Lähmung* (*Med. Zeitschr. d. Vereins f. Heilk., in Preussen,* 1840. — ROBIN, cité par Béraud, in *Physiologie de l'homme,* année 1856, t. I.

CONDITIONS DE LA CONTRACTILITÉ MUSCULAIRE.

La première question que nous avons à examiner est celle de savoir si la contractilité musculaire est une propriété inhérente à la fibre musculaire, ou si elle dépend des rapports qu'elle affecte avec le système nerveux. Haller, le premier, proclama l'indépendance des muscles et des

nerfs. Il se reposait, pour soutenir cette opinion, sur le peu de rapport qui existe entre le volume des nerfs et la puissance contractile des organes auxquels ceux-ci se rendent. Ainsi, il faisait remarquer que le cœur, celui de tous les muscles qui a certainement la contractilité la plus remarquable, avait des nerfs extrêmement grêles. De plus, il donnait en preuve de cette indépendance, la persistance des mouvements de cet organe, quand il était arraché de la poitrine d'un animal. On objecta à Haller que, si le cœur était ainsi soustrait à la puissance nerveuse, on ne comprendrait pas que les excitations de la moelle épinière troublassent les mouvements cardiaques. Cette objection était peu fondée, car, de ce que le cœur ressent l'effet de l'excitation du système nerveux, cela ne veut pas dire que le système nerveux soit la condition *sine quâ non* de ses mouvements. Une autre objection plus sérieuse était la suivante : Si, disait-on, le cœur se contracte quand il est hors de la poitrine, il n'est pas dit que les nerfs contenus dans l'intérieur du cœur n'entretiennent pas cette contractilité qui persiste encore pendant un certain temps. Cette objection devint surtout puissante quand Remak eut découvert dans l'épaisseur des parois cardiaques, et sur le trajet des nerfs, de petits renflements ganglionnaires; ces ganglions furent alors, ainsi que tous les ganglions du grand sympathique, considérés comme des réservoirs de la force nerveuse.

On doit à M. Longet d'avoir fourni, le premier, la preuve la plus certaine de l'indépendance de l'irritabilité musculaire et de l'excitabilité nerveuse, Ce savant physiologiste, dans ses recherches sur l'irritabilité nerveuse, avait remarqué qu'après la section d'un nerf de mouvement, le nerf facial, le bout périphérique de ce nerf perdait son excitabilité au bout de quatre jours, tandis que les muscles se contractaient encore après la douzième semaine. La conclusion de M. Longet avait été celle-ci : « Puisque, si longtemps après l'extinction de toute force nerveuse motrice, la fibre charnue manifeste encore son irritabilité sous une influence même purement mécanique, la décharge d'un agent impondérable partant des nerfs de mouvement n'est donc pas nécessaire à la manifestation de cette propriété, et le stimulus spécial transmis par les nerfs de cette classe aux organes musculaires n'est donc qu'une des nombreuses causes excitatrices de leur irritabilité. » Mais, on objecta à M. Longet que, si cette contractilité persistait aussi longtemps, elle pouvait tenir à ce que l'excitabilité des radicules périphériques nerveuses disséminées dans le muscle s'était conservée, et entretenait cette contractilité; et, l'on se croyait d'autant plus autorisé à faire cette objection, que l'excitabilité du nerf, à partir du jour où la section avait été faite, disparaissait graduellement du centre à la périphérie, c'est-à-dire de l'extrémité coupée vers les muscles. Mais cette objection n'a plus aujourd'hui sa raison d'être depuis que MM. Waller, Krause et Vulpian ont démontré, de la façon la plus précise, qu'à la suite de la section des nerfs sensitifs ou moteurs, le bout périphérique de ces nerfs subit dans toute son étendue la dégénérescence granulo-graisseuse. Le nerf, ainsi modifié, a nécessairement perdu toutes

ses propriétés physiologiques, et ne peut être accusé, par conséquent, d'entretenir l'irritabilité musculaire.

M. Cl. Bernard a donné de l'indépendance de l'irritabilité musculaire une preuve d'un tout autre genre. Dès ses premières recherches sur le curare, M. Cl. Bernard reconnut que cette substance empoisonnait en premier lieu les ramifications nerveuses en contact avec les fibres musculaires, et, malgré l'anéantissement complet des propriétés de ces fila-

Fig. 149. — Empoisonnement par le curare (*).

ments, le muscle continuait à se contracter. L'expérience consiste à empoisonner une grenouille, après qu'on a lié l'artère fémorale d'un côté, ou qu'on a étreint la cuisse dans une ligature, à l'exception du nerf. Quand l'animal est empoisonné, la patte non liée ne se contracte plus alors qu'on excite le nerf crural, ou alors qu'on cherche à provoquer des excitations mécaniques sur un point quelconque du corps (le curare laissant intactes les fibres sensitives) et, malgré cela, les muscles réagissent encore très-

(*) Grenouille empoisonnée par le curare et à laquelle on a lié préalablement l'artère fémorale. Le pincement exercé sur une des pattes antérieures amène la contraction des muscles de la patte postérieure, du côté où la ligature a été faite, et ne produit aucun effet sur les muscles des autres pattes.

notablement sous l'influence de l'électricité. Du côté où la ligature a été faite, la patte, au contraire, se meut quand on excite un point quelconque du corps, et, à plus forte raison, quand on excite le nerf sciatique dans un point situé au-dessus de celui qui correspond à la ligature. La perte de l'excitabilité du nerf sciatique, du côté de la patte non liée, ne peut évidemment pas dépendre de l'empoisonnement du tronc nerveux, puisque de l'autre côté celui-ci est encore excitable; elle ne peut dépendre que de la perte de l'excitabilité des filaments périphériques moteurs. Or, malgré l'anéantissement des propriétés de ces filaments, la contractilité des muscles persiste. Celle-ci, par conséquent, est indépendante de l'action nerveuse.

Bien d'autres preuves en faveur de l'indépendance de la contractilité peuvent être invoquées; ainsi, chez les animaux inférieurs il a été impossible jusqu'ici de trouver des filaments nerveux dans leur substance contractile; ce n'est pas parce que le calibre des nerfs serait en rapport avec le volume de l'animal, et échapperait pour cette raison à l'observation, car ce rapport n'existe pas; les fibres nerveuses chez la mouche sont aussi faciles à observer que chez l'éléphant. De plus, le cœur d'un poulet bat déjà alors qu'il est impossible de constater dans son intérieur le moindre filament nerveux; d'autre part, le cordon ombilical possède un grand nombre d'éléments contractiles dans ses vaisseaux, sans que jusqu'ici on ait pu constater dans la plus grande partie du cordon la moindre trace de nerfs; enfin, on peut, sous le champ du microscope, faire contracter des faisceaux musculaires dans l'intérieur desquels on ne constate la présence d'aucun élément nerveux.

La propriété de contractilité étant indépendante de l'excitabilité nerveuse ne peut donc relever que de la propre structure des éléments contractiles, que d'un agencement particulier et d'une composition spéciale des principes qui entrent dans leur constitution. Aussi, doit-on placer comme première condition de la contractilité, l'intégrité de la fibre musculaire. Dès que celle-ci a subi une dégénérescence quelconque, graisseuse, granuleuse, cireuse (Zenker), c'est-à-dire, dès que sa composition n'est plus celle de la fibre normale, toute propriété contractile est éteinte. Mais, l'intégrité de la fibre musculaire, et par cela même sa contractilité, ne peuvent être entretenues qu'à la condition d'un renouvellement incessant des principes constituants du muscle; or, cette condition est subordonnée à l'influence du système circulatoire et du système nerveux. Ce sont ces deux espèces d'influence que nous allons passer en revue.

INFLUENCE DE LA CIRCULATION DU SANG SUR LA CONTRACTILITÉ MUSCULAIRE.

Swammerdam, Sténon, furent les premiers auteurs qui pratiquèrent sur des animaux la ligature de l'aorte, avec l'intention de reconnaître les effets de la suspension de la circulation sur la contractilité musculaire; mais ces observateurs ainsi que ceux qui les suivirent dans cette

voie, tels que Brunner, Vieussens, Lecat, s'en tinrent à ce résultat, que tous obtenaient, c'est que le train postérieur de l'animal dont on avait lié l'aorte était paralysé dans un temps très-court. Ces physiologistes ne se préoccupèrent nullement de la question de savoir si l'irritabilité musculaire persistait ou non. Lorry, le premier, porta son attention sur ce point, et reconnut, que la propriété de se contracter subsistait dans les muscles, sans aucune diminution, pendant plus d'une demi-heure que dura l'expérience. C'est à M. Longet que l'on doit les premières recherches précises à ce sujet : Cet auteur a vu, chez des chiens auxquels il avait lié l'aorte, tantôt au-dessous de la mésentérique inférieure, tantôt entre les deux mésentériques, tantôt au-dessus de sa bifurcation, que dans les muscles des membres qui ne recevaient plus de sang artériel, les mouvements volontaires n'existaient plus au bout d'un quart d'heure, tandis que l'irritabilité subsistait encore pendant deux heures au moins ; et, si on permettait de nouveau l'abord du sang artériel, l'irritabilité reparaissait en peu de minutes, et le mouvement volontaire se rétablissait plus tard (20 minutes, 30 minutes). Ces expériences faciles à exécuter ont été répétées par presque tous les physiologistes et avec des résultats identiques.

Mais, quand on pratique la ligature de l'aorte, quel que soit l'endroit où on lie l'artère, il est bien difficile d'interrompre totalement la circulation dans les parties situées au-dessous de la ligature, vu la richesse de la circulation collatérale ; c'est la raison pour laquelle on a songé à d'autres moyens qu'à la ligature. Déjà, M. Cruveilhier avait eu l'idée, il y a un certain nombre d'années, d'injecter avec force, dans l'artère fémorale de chiens, des liquides irritants, de l'encre, de l'alcool étendu d'eau, de manière à remplir par ces liquides non-seulement le tronc principal, mais encore les branches collatérales. Immédiatement, le membre devenait flasque, était paralysé du sentiment et du mouvement, et au bout de vingt-quatre, quarante-huit heures la décomposition survenait. M. Vulpian recourut à un moyen analogue ; il injecta dans l'aorte abdominale, au voisinage des artères rénales, de la poudre de lycopode et d'autres poudres inertes tenues en suspension dans l'eau ; l'injection était faite au-dessous d'une ligature. Cette poudre pénétrant dans les vaisseaux capillaires devait opposer un obstacle insurmontable au sang. Or, sur des chiens, après l'injection, la paralysie fut complète au bout de sept minutes, temps inférieur à celui signalé par M. Longet. Dès que l'injection fut poussée, on remarquait une diminution considérable de la puissance musculaire ; les membres étaient chancelants, l'animal ne les mouvait qu'avec peine, puis finissait par les traîner à sa suite. L'irritabilité des muscles commença à diminuer d'une façon manifeste très-peu de temps après que l'opération fut terminée, au bout de dix à quinze minutes ; une heure et demie après, le galvanisme était impuissant à exciter la contraction des muscles des membres postérieurs. Les muscles ne se contractaient plus alors que sous l'influence d'excitations mécaniques. On voit donc par ces

expériences combien la présence du sang est indispensable à la contractilité; le muscle n'acquérant plus de matériaux capables d'entretenir sa nutrition, perd dans un temps extrêmement rapide la propriété d'obéir aux ordres de la volonté, de réagir ensuite à l'action des excitants. Toutefois, chez les divers animaux, la perte de cette propriété, sous l'influence de l'interruption de la circulation, arrive au bout d'un temps qui semble varier avec l'énergie nutritive fonctionnelle du tissu musculaire propre à

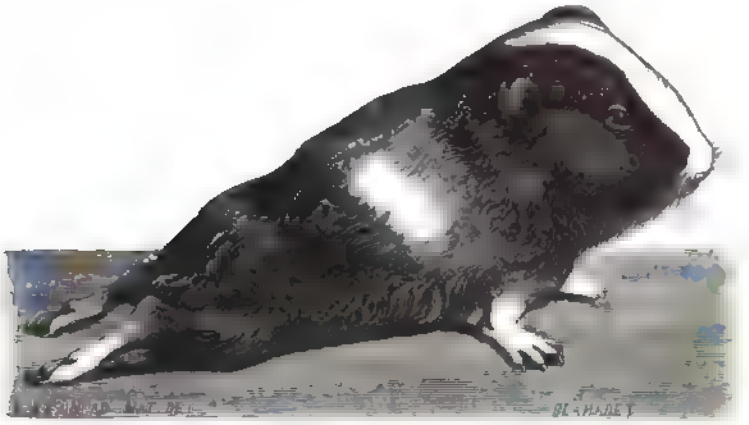


FIG. 150. — Cochon d'Inde paralysé du train postérieur, après cinq minutes de compression faite sur l'aorte, à l'aide du doigt introduit au devant de la colonne lombaire.

chaque animal. Ainsi, chez le cochon d'Inde, il suffit de quatre à cinq minutes pour paralyser le train postérieur; la brièveté de ce temps permet, au lieu de pratiquer une ligature pour constater ce résultat, de porter son doigt directement sur l'aorte à la faveur d'une ouverture faite sur les côtés de la colonne lombaire; chez la grenouille, il faut au contraire une heure et plus pour déterminer la paralysie des pattes postérieures après qu'on a lié l'aorte.

Outre la perte du mouvement volontaire et celle de l'irritabilité musculaire, on peut observer, à la suite de la ligature de l'aorte, un phénomène des plus curieux, la rigidité cadavérique. M. Brown-Séquard a vu que cette rigidité apparaissait cinq à six heures après la ligature; alors, l'animal présente le singulier spectacle d'un être moitié mort, moitié vivant. Cet auteur a constaté de plus que, quand la rigidité cadavérique était établie, si on déliait le vaisseau, on voyait d'abord disparaître la rigidité, puis revenir la contractilité musculaire, enfin les mouvements volontaires réapparaissaient.

Après la ligature de l'aorte pratiquée sur l'homme par les chirurgiens, les phénomènes paralytiques que nous venons de signaler n'ont pas été indiqués. Mais dans les cas de ligature portant sur l'artère principale d'un membre, la paralysie a été constatée fréquemment. M. Porta a rassemblé

quatorze cas où l'atrophie et la paralysie se sont montrées comme conséquence directe de l'oblitération artérielle. Dans tous ces cas, la paralysie était plus ou moins complète. Si, dans quelques circonstances, on a cru pouvoir expliquer cette paralysie par la dilatation des vaisseaux collatéraux du nerf sciatique, dans un grand nombre d'autres, la paralysie complète ou incomplète n'a pu être expliquée que par un défaut de nutrition des muscles, dû à la petite quantité de sang qui arrivait au-dessous de la ligature par les collatérales. Toutefois, chez l'homme, la rigidité cadavérique n'a jamais été observée quand la circulation d'un membre était complétement interrompue par une ligature, alors, c'est la gangrène qui fait suite à la paralysie. Dans les cas d'embolies ou d'oblitérations artérielles quelconques, les résultats sont les mêmes. Ainsi, M. Cruveilhier rapporte l'observation d'une femme âgée de quarante ans et affectée d'un cancer de la mamelle, qui, tout à coup, fut prise d'une paralysie complète du sentiment et du mouvement dans le membre inférieur gauche. La gangrène, qui arriva peu de temps après, indiqua manifestement que l'on avait affaire à une oblitération artérielle. Les oblitérations de l'aorte à son extrémité amènent souvent la paraplégie; celle-ci ne survient pas si l'oblitération siége dans un point situé à une certaine hauteur de sa bifurcation. Enfin dans certains cas de rétrécissements prononcés de cette artère, on a signalé l'atrophie des membres (Friedberg).

Après avoir constaté les effets de la supression artérielle sur l'état contractile du muscle, nous devons nous demander ce qui advient quand on lie à la fois l'artère et la veine. Ces expériences ont été faites d'abord par Kay et M. Ségalas. Dans les expériences de ce dernier auteur, après la ligature de l'aorte et de la veine cave, l'animal conserva le mouvement des extrémités postérieures au moins une fois plus de temps que si l'on avait lié l'aorte seule. Enfin, la ligature de la veine seule a été pratiquée. Dans une expérience de M. Longet, où la circulation veineuse avait été supprimée par la ligature de la veine cave au-dessus de sa division, les muscles des extrémités postérieures, même ceux de la jambe sont demeurés jusqu'à la mort presque aussi irritables que ceux des autres parties du corps. Quant aux mouvements volontaires, ils étaient à peine gênés par un œdème commençant, et le nerf sciatique galvanisé provoquait des contractions énergiques. Cette observation est conforme aux observations pathologiques faites chez l'homme, car, jusqu'ici, malgré la fréquence des obstructions veineuses par des caillots, on n'a pas constaté de paralysie du mouvement, pas plus que dans les cas où l'on a pratiqué la ligature des gros troncs veineux.

Si la cessation de la circulation dans les muscles diminue dans un temps très-rapide leur contractilité, il est tout naturel de penser qu'une activité plus grande de la circulation par rapport à l'état normal doive au contraire donner à cette propriété plus d'énergie. On peut le démontrer en paralysant les nerfs vaso-moteurs qui se rendent aux muscles. Ainsi, si sur une grenouille on coupe les troncs lombaires d'un côté, troncs qui contiennent

dans leur intérieur les nerfs vaso-moteurs des membres postérieurs, au bout d'un temps très-court, les vaisseaux capillaires de la patte correspondante se dilatent, et les muscles prennent une coloration rouge remarquable; si, alors, on excite le muscle de cette patte avec une pile électrique de faible intensité, on peut reconnaître facilement que les muscles du côté paralysé se contractent plus énergiquement que ceux du côté opposé. M. Brown-Sequard s'est assuré de cette augmentation en mesurant comparativement par un procédé particulier, la quantité de raccourcissement des muscles des deux côtés, et il a vu que le raccourcissement était plus considérable dans les muscles de la patte où la section du sciatique avait été faite que dans les muscles de l'autre patte. Il s'est assuré aussi que cette surexcitabilité diminuait vers le dixième jour; au trentième jour la patte saine était plus excitable que l'autre.

L'expérience la plus curieuse sous ce rapport est celle qui consiste à faire sur la grenouille l'hémisection du bulbe et des tubercules bijumeaux, et à examiner ce qui se passe du côté de la langue et de l'œil. A la langue, les vaisseaux se dilatent d'une façon considérable, tantôt du côté correspondant, si l'hémisection a été faite sur le bulbe, tantôt du côté opposé, si celle-ci a été faite sur un tubercule bijumeau. Et, si l'on excite la langue avec un agent mécanique, on constate que sa contractilité est notablement augmentée du côté où les vaisseaux sont dilatés; après chaque excitation il persiste même une sorte de frémissement musculaire qui dure un certain temps.

Fig. 151. — Hypérémie de la moitié droite de la langue et exorbitis droit chez une grenouille sur laquelle on a pratiqué l'hémisection du tubercule bijumeau gauche.

Du côté de l'œil, celui-ci fait une saillie très-notable, saillie qui est due à la contraction exagérée d'un muscle qui supporte cet organe à la façon d'une sangle, et constitue à lui seul la paroi inférieure de la cavité orbitaire. Si l'on examine ce muscle, il est facile de voir que ses vaisseaux sont notablement plus dilatés que les vaisseaux du muscle du côté opposé. L'augmentation de la contractilité de la langue, ainsi que l'exorbis sont dus, sans aucun doute, à ce que l'hémisection du bulbe ou des tubercules bijumeaux a intéressé les fibres vaso-motrices qui se rendent aux vaisseaux de la langue et à ceux du muscle sous-orbitaire; par cela

quatorze cas où l'atrophie et la paralysie se sont mont
séquence directe de l'oblitération artérielle. Dans to
lysie était plus ou moins complète. Si, dans quelqu
cru pouvoir expliquer cette paralysie par la dila
latéraux du nerf sciatique, dans un grand no
complète ou incomplète n'a pu être expliqu
tion des muscles, dû à la petite quantité
de la ligature par les collatérales. Tou
cadavérique n'a jamais été observée
était complétement interrompue pa
qui fait suite à la paralysie. Dan
artérielles quelconques, les r
veilhier rapporte l'observatio
fectée d'un cancer de la m
ralysie complète du sentim
gauche. La gangrène, qu
ment que l'on avait a
de l'aorte à son ex
survient pas si l'
hauteur de sa bif
noncés de cett
Après avoi
tractile du
lie à la fo
Kay et
ture d
trér
p

passer
résence

LAIRE.

entretien
nerveux
on met à
ervations

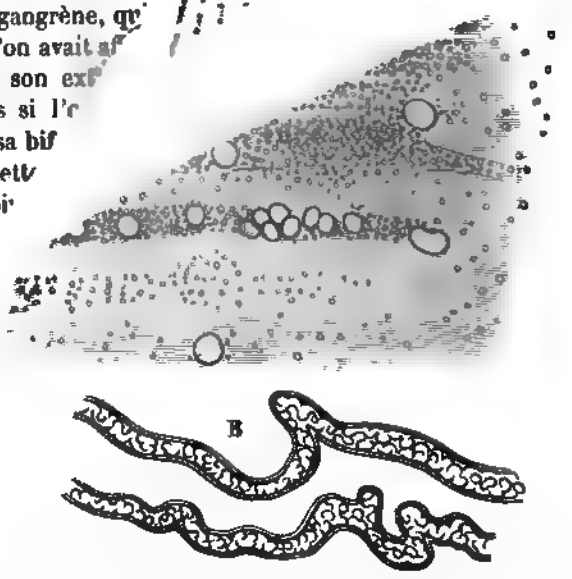


FIG. 158. — A, Dégénérescence granulo-graisseuse des fibres du nerf sciatique, au-dessous de la section de nerf, pratiquée depuis trois mois chez un lapin ; B, fibre nerveuse normale au-dessus de la section.

pathologiques prises sur l'homme, on voit que les lésions des différentes parties du système nerveux amènent souvent dans les muscles : 1° des troubles matériels de la nutrition, consistant dans la réduction du diamètre des faisceaux musculaires primitifs avec multiplication des noyaux du sarcolemme (Vulpian, Mantegazza), dans la dégénérescence granulo-graisseuse plus ou moins complète de ces faisceaux, dans l'hypertrophie du tissu connectif intra-musculaire ; 2° des troubles fonctionnels consistant dans la diminution ou la perte de la contractilité. Avant de chercher à nous rendre compte du genre d'influence qu'exerce le système nerveux

'tion des muscles, nous devons étudier successivement les effets
'eux-ci par la section des nerfs mixtes, par celle des nerfs
'es nerfs sensitifs, enfin par celle des centres.

ERFS MIXTES. — On doit à Fontana les premières expé-
Après avoir coupé le nerf sciatique sur des gre-
' des chèvres, cet auteur reconnut qu'au bout d'un
: de la jambe ne se contractaient plus quand le
oupé était excité, tandis qu'ils se contractaient

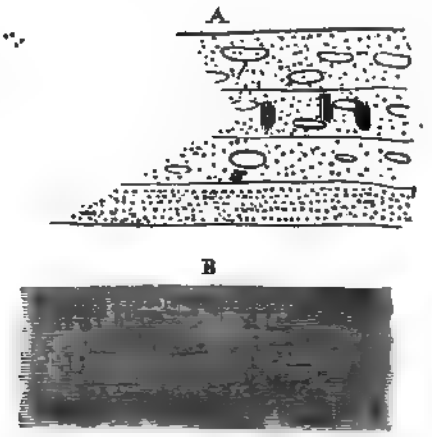


FIG. 153. — A, dégénérescence granuleuse des faisceaux du muscle gastrocnémien chez le même lapin, du côté de la section nerveuse, B, faisceau musculaire normal pris sur la patte du côté opposé, sur laquelle la section du nerf n'a pas été faite.

encore quand ils étaient excités directement. J. Müller et Sticker cherchèrent à savoir le temps que mettait le nerf pour perdre sa contractilité après sa section. Ils virent que l'excitabilité du nerf sciatique était perdue sur un lapin au bout de cinq semaines, et sur un chien après deux mois et demi. Mais ils ne s'assurèrent point de l'époque exacte de la perte de l'excitabilité nerveuse et musculaire. Dans le but d'arriver à cette connaissance, M. Longet excita chaque jour sur des chiens le nerf sciatique qu'il avait coupé. Cet auteur vit celui-ci incapable de réagir au bout du quatrième jour, et ce fut au bout de la septième semaine seulement que les muscles de la cuisse correspondante perdirent toute trace d'irritabilité. Chez les mammifères, les limites indiquées par M. Longet sont les limites ordinaires ; mais sur les grenouilles, Nasse et M. Brown-Séquard ont vu que le bout périphérique du nerf pouvait, surtout en hiver, demeurer encore excitable plusieurs semaines et même plusieurs mois.

Chez l'homme, M. Duchenne (de Boulogne) constata que les résultats n'étaient point les mêmes que chez les mammifères, du moins pour ce qui se rapporte à l'excitabilité musculaire. Chez les sujets atteints d'une

lésion complète des nerfs mixtes, il a toujours vu la contractilité des muscles où se rendent ces nerfs abolie complétement au bout du cinquième au sixième jour, ainsi que la sensibilité électro-musculaire. Cette abolition de la contractilité concordait constamment avec le début d'une atrophie, qui bientôt devenait plus ou moins complète. Quand la lésion nerveuse n'était pas complète, l'irritabilité musculaire n'était que diminuée, de plus la sensibilité électro-musculaire persistait. Ces faits ont permis à M. Duchenne d'établir avec certitude un diagnostic différentiel entre les paralysies musculaires tenant à une lésion des nerfs mixtes, et les paralysies cérébrale, rhumatismale, hystérique, dans lesquelles cette contractilité électro-musculaire demeure toujours normale. M. Duchenne a aussi établi d'une façon très-nette le pronostic d'une paralysie musculaire due à une lésion traumatique. Si les muscles paralysés ne se contractent pas quand ils sont excités par l'électricité, et si ces muscles ont perdu leur sensibilité sous l'influence du même agent, le pronostic est grave. Selon cet auteur, dans ces conditions, le retour de l'irritabilité ne se fera que quand la cicatrisation sera effectuée. En vain électriserait-on le muscle très-fréquemment, l'atrophie ne s'ensuivrait pas moins; elle ne pourrait être que retardée, le galvanisme étant pour lui inférieur à l'influence nerveuse pour conserver intacte la nutrition du muscle. Mais quand la cicatrisation est effectuée, au bout de quatre, six, huit, dix mois, le galvanisme devient un adjuvant utile pour hâter le retour de la contractilité. Alors, la réapparition de la sensibilité sera le premier indice de la guérison de la lésion nerveuse; elle indiquera, du reste, l'époque où la faradisation doit être faite. Si, au contraire, à la suite de lésions nerveuses, la contractilité est seulement diminuée et la sensibilité conservée ou amoindrie, ou, si au bout d'un certain temps après la paralysie, la faradisation développe de l'hyperesthésie, le pronostic est peu grave, surtout dans le premier cas; c'est dans ces cas que la faradisation des muscles interviendra très-utilement, et entretiendra avec le peu d'influence qu'elle possède la contractilité musculaire.

INFLUENCE DES NERFS PUREMENT MOTEURS. — Les expériences faites dans le but de connaître cette influence, ont porté sur le nerf facial et le nerf grand hypoglosse.

M. Longet coupa sur des chiens la septième paire et reconnut que le tronc nerveux avait perdu son irritabilité au bout du quatrième jour, tandis que les muscles de la face la conservaient jusqu'à la douzième semaine. Chez les cochons d'Inde, les lapins, l'excitabilité des muscles paraît persister quelquefois plus longtemps. MM. Brown-Séquard, Martin Magron et Vulpian l'ont encore constatée dix-huit mois, deux ans après l'arrachement complet du facial. Chez l'homme, M. Duchenne s'est assuré que l'irritabilité musculaire diminuait peu de jours après la paralysie faciale de cause traumatique; elle est abolie quelquefois avant le premier septénaire. On peut, toutefois, objecter à M. Duchenne que si les muscles ne réagissaient plus au bout de ce temps à

l'électricité, c'est que l'excitant n'était pas porté sur leur surface directement; M. Vulpian, en effet, a reconnu souvent, sur des animaux auxquels il avait pratiqué la section du nerf facial, que les muscles, innervés par celui-ci, ne se contractaient avec un courant électrique qu'à la condition d'être en contact immédiat avec les deux pôles de la pile, sans l'intermédiaire, par conséquent, de la peau.

Quand il s'agit de paralysie faciale rhumatismale, la perte de contractilité des muscles, selon M. Duchenne, arriverait au contraire très-lentement, ou même ne disparaîtrait pas totalement. Si l'on a affaire à une paralysie de cause cérébrale, la contractilité reste intacte.

On doit à M. Vulpian la connaissance des effets de la section de l'hypoglosse sur la nutrition des muscles de la langue. Cet auteur a constaté, sur des chiens, que vers le cinquantième ou soixantième jour qui suivait l'arrachement ou la section de ce nerf exclusivement moteur, la langue, du côté de la lésion nerveuse, possédait un tissu musculaire décoloré et atteint d'une atrophie parfaitement reconnaissable à l'œil, mais surtout sous le champ du microscope. Malgré cette atrophie, la contractilité persistait encore, quoique notablement moindre que celle du côté opposé.

INFLUENCE DES NERFS SENSITIFS SUR LA CONTRACTILITÉ. — Les expériences, faites à ce sujet par M. Longet ont porté sur les branches de la cinquième paire. Cet auteur fit sur des chiens l'excision d'un certain nombre de nerfs, du sous-orbitaire, du buccal, de l'anastomose auriculo-temporal, de façon à interrompre l'influx nerveux sensitif dans les muscles de la lèvre supérieure et des narines. Or, ces muscles, au bout de la sixième semaine, furent trouvés décolorés et pourtant encore irritables, mais à un degré beaucoup moins marqué que ceux du côté sain, et, de plus, les poils de la lèvre tombèrent en partie; celle-ci conserva un léger empâtement dû évidemment à un trouble de la nutrition.

Les expériences faites dans le même but que la précédente par M. Vulpian ont porté sur le nerf lingual. Cet auteur a reconnu, qu'au cinquantième jour après la section de ce nerf, le tissu musculaire de la langue n'avait subi aucune modification relative, soit à l'épaisseur, soit à la coloration du tissu musculaire, dans le côté correspondant à la lésion nerveuse. La seule lésion observable portait sur les papilles fungiformes qui étaient atrophiées. La section du nerf lingual serait donc loin d'avoir la même influence sur la nutrition des muscles de la langue que la section du nerf hypoglosse. Elle aurait aussi moins d'influence que les branches faciales du trijumeau sur la nutrition des muscles auxquels ces divers nerfs paraissent devoir fournir des fibres de sensibilité.

INFLUENCE DE LA MOELLE ET DU CERVEAU SUR LA CONTRACTILITÉ. — Les lésions pratiquées dans un but expérimental sur l'axe cérébro-spinal chez les animaux, les lésions pathologiques de cet axe observées chez l'homme, spontanées ou traumatiques, ont fait voir que leurs effets sur la contractilité différaient essentiellement suivant le siége et l'étendue de ces lésions.

Marshall Hall avait pensé que, dans les paralysies spinales, l'irritabilité

musculaire diminuait, tandis que dans les paralysies cérébrales elle augmentait. Pour prouver l'augmentation de l'irritabilité musculaire dans les paralysies cérébrales, il procédait de la façon suivante ; il plaçait les deux mains d'un paralytique dans un bassin contenant une dissolution de sel marin, et les deux pieds dans un autre bassin contenant une solution semblable, puis il faisait passer par les deux bassins un courant intermittent d'une batterie de Cruikshanks (pile à auge); en variant le nombre des plaques de quinze à vingt, et en commençant l'opération par un courant extrêmement faible, puis de plus en plus fort, il voyait les muscles du côté malade mieux se contracter que ceux du côté sain. Mais, dans cette expérience, l'action galvanique n'était pas portée sur le tissu musculaire directement, il pouvait bien se faire que cette augmentation de contractilité du côté paralysé fût due à l'augmentation du pouvoir réflexe de la moelle, par le fait de la paralysie. M. Duchenne (de Boulogne), ayant mis, du reste, des malades identiquement dans les mêmes conditions, n'est pas arrivé au même résultat ; cet auteur vit tantôt les contractions musculaires plus développées dans le membre paralysé, tantôt dans le membre sain.

Quoi qu'il en soit, il est certain que dans les lésions du cerveau, amenant une paralysie des membres, la contractilité des muscles n'est pas diminuée, du moins au début; à la longue seulement elle s'affaiblit, mais sans disparaître jamais totalement. Mais alors, cet affaiblissement n'est pas dû à un vice de nutrition semblable à celui qui se constate dans les cas de lésions de nerfs mixtes. Les observations de M. Charcot ont, en effet, fait voir que lorsqu'une hémiplégie dure plusieurs mois, qu'elle soit molle, flasque, avec contracture, qu'il y ait une diminution de volume du membre ou qu'elle ne soit pas appréciable, les muscles examinés après la mort sont plus jaunes, plus pâles, plus friables que ceux du côté opposé ; mais l'examen histologique n'y révèle aucune dégénérescence. Le nombre et le volume des éléments contractiles ont diminué, mais il n'y a point d'atrophie dégénératrice; la striation persiste.

Les lésions de la moelle, contrairement à celles de l'encéphale, donnent souvent lieu à une perte de la contractilité et à la dégénérescence granulo-graisseuse des muscles. Ces résultats ne se présentent que dans certaines conditions. Landry a rangé dans trois catégories les résultats que l'on peut obtenir en pratiquant des lésions médullaires, lésions qu'il effectuait sur des grenouilles sans ouvrir le canal rachidien, et en portant entre les lames des vertèbres un instrument pointu.

1° L'irritabilité musculaire est diminuée ou abolie dans tous les muscles paralysés, et, à l'autopsie, on trouve toute la partie de la moelle, à laquelle aboutissent les nerfs des muscles paralysés, altérée ou détruite.

2° L'irritabilité musculaire est intacte dans tous les muscles paralysés, et l'on trouve la partie de la moelle à laquelle se rendent les nerfs des muscles pasalysés entièrement saine et seulement séparée du reste de l'organe par une simple solution de continuité.

3° Parmi les muscles paralysés, les uns ont perdu, les autres ont conservé leur irritabilité ; à l'autopsie, les parties de la moelle d'où viennent les nerfs des muscles restés irritables sont trouvées parfaitement intactes, quoique séparées du reste de l'organe ; au contraire, les parties de la moelle auxquelles aboutissent les nerfs des muscles privés de leur contractilité, sont entièrement détruites, ou profondément altérées.

Landry a cherché de plus quelle était l'époque à laquelle survenait la perte de la contractilité, et il a reconnu que, chez les quadrupèdes, la contractilité était diminuée d'une manière appréciable du sixième au huitième jour. De la sixième à la huitième semaine, elle ne se manifestait plus que par de faibles oscillations, même quand on cherchait à la mettre en jeu par des courants électriques intenses. Quant à l'homme, il pense d'après les observations qu'il a recueillies, que l'affaiblissement de la contractilité volontaire, quand elle se produit, commence à devenir appréciable cinq ou six jours après la lésion de la moelle. Mais l'irritabilité musculaire ne serait complétement détruite dans l'espèce humaine qu'à partir de la sixième semaine accomplie.

Le terme fixé par M. Duchenne (de Boulogne), pour la disparition de la contractilité, serait beaucoup moindre : mais, faisons observer que M. Duchenne ne parle que de paralysies amenées par une lésion de la partie inférieure de la moelle, tandis que M. Landry parle de paralysies de ce cordon sans préciser le siége de la lésion. Selon M. Duchenne, après des lésions de la partie inférieure, l'irritabilité musculaire cesserait comme après la paralysie d'un nerf mixte ou moteur déjà après le cinquième, le sixième jour. Les considérations qui se rapportent aux cas de lésions des nerfs, touchant le pronostic à porter, s'appliqueraient également aux cas de lésions de la moelle. Ainsi, les paraplégies seraient d'autant plus rebelles à l'action thérapeutique de la faradisation localisée et l'atrophie d'autant plus grande que la contractilité et la sensibilité électro-musculaires seraient d'autant plus profondément altérées. Dans les cas où les muscles paralysés dont la contractilité électrique est peu affaiblie, ne s'atrophieraient pas ou presque pas, ceux-ci recouvriraient leurs mouvements par l'excitation électrique. Ceux qui, au contraire, auraient entièrement perdu leur contractilité et leur sensibilité électrique resteraient inévitablement paralysés et s'atrophieraient quoi qu'on fasse, jusqu'à ce que la lésion spinale fût guérie.

Connaissant les conséquences des altérations nerveuses sur la nutrition, et par cela même sur la contractilité musculaire, nous devons nous demander par quel mécanisme ces troubles surviennent, question difficile à résoudre et sur laquelle planent encore bien des doutes. Cinq opinions ont été émises ; nous allons les examiner successivement.

1° Quelques auteurs ont pensé que l'atrophie, et conséquemment la perte de la contractilité musculaire, à la suite de la section des nerfs étaient dues à l'état d'inaction des muscles causé par la paralysie. C'était, en particulier, l'opinion de J. Reid, à laquelle l'avait conduit l'expé-

rience suivante : J. Reid coupa les racines des nerfs des deux membres postérieurs sur des grenouilles et fit passer chaque jour le long de ces deux membres un faible courant galvanique. Au bout de deux mois, il trouva que les membres galvanisés avaient conservé leur volume, et que la contraction musculaire y avait lieu avec énergie, tandis que les autres membres étaient atrophiés de moitié, et que leurs muscles se contractaient faiblement. Mais on pouvait objecter avec raison à J. Reid que le nerf sciatique chez la grenouille avait conservé son excitabilité (voy. p. 497). C'est pourquoi M. Brown-Séquard eut l'idée de répéter cette expérience sur des mammifères, chez qui, comme nous l'avons vu, l'excitabilité du nerf coupé se perd au bout de quelques jours seulement. Pour cela, M. Brown-Séquard reséqua les deux nerfs sciatiques sur plusieurs lapins, et fit passer chaque jour, après l'opération, par une des deux jambes de chaque animal un courant galvanique ; au bout de six semaines, il reconnut que les membres dont les muscles avaient été mis en action chaque jour étaient à l'état normal, tandis que les autres étaient notablement atrophiés et leurs muscles peu contractiles. Toutefois, M. Brown-Séquard n'admet pas, comme J. Reid le pensait, que le galvanisme maintienne l'organisation normale uniquement parce qu'il met les muscles en action. Il croit que le galvanisme active aussi les changements chimiques qui constituent la nutrition.

L'opinion de J. Reid ne peut évidemment être acceptée, car si le repos seul était la cause des troubles nutritifs qui surviennent quand les nerfs sont coupés, on ne voit pas pourquoi dans les paralysies de cause cérébrale, alors que les muscles sont dans l'immobilité absolue, comme dans les cas de sections nerveuses, la dégénérescence granulo-graisseuse ne s'effectuerait pas.

2° Quelques auteurs ont pensé que la dégénérescence granulo-graineuse du muscle était en quelque sorte la continuation de l'altération de même aspect qui affecte l'extrémité périphérique de son nerf, lésé sur quelque point de son trajet (voyez figure 152) ; mais, ainsi que l'a fait voir M. Vulpian, on peut dans la paralysie d'un nerf purement moteur (facial), rencontrer la dégénérescence granuleuse complète des filaments nerveux qui se rendent aux muscles, sans observer la dégénérescence de ceux-ci, comme on peut constater des dégénérescences graisseuses très-prononcées, complètes, des muscles, sans que les nerfs de ces muscles aient perdu leurs caractères normaux. Ces deux espèces de dégénérescence n'affectent donc l'une par rapport à l'autre aucune solidarité.

3° Quelques physiologistes ont pensé qu'il existait une espèce de nerfs, dits nerfs trophiques, destinés exclusivement à agir d'une façon directe sur l'élément histologique. Ces nerfs étant coupés, les muscles où ils se rendent seraient privés de l'excitation normale qui leur vient des centres, excitation nécessaire aux échanges nutritifs ; de là l'altération granulo-graisseuse et consécutivement la perte de la contractilité. C'est

là une pure hypothèse qu'aucun fait jusqu'ici observé ne permet d'accepter.

4° La plupart des auteurs admettent aujourd'hui que c'est en intéressant dans leur continuité les nerfs vaso-moteurs que les lésions nerveuses amènent dans les muscles les troubles de la nutrition qui nous occupent. Cette opinion semble être la plus probable; et, en effet, si l'on songe que l'atrophie des muscles à la suite de sections nerveuses se fait également sur tous les points de leur masse et au même instant, la cause de cette atrophie ne peut guère exister que dans la présence d'éléments qui entourent de toute part les faisceaux primitifs, c'est-à-dire les réseaux capillaires ; il y a donc tout lieu de croire que la section des nerfs porte son influence sur ces réseaux.

D'autre part, on démontre facilement, comme nous le verrons plus tard, que les nerfs vaso-moteurs partent non du cerveau, mais de la moelle allongée et de la moelle épinière, et que ces nerfs, s'échappant par les racines médullaires entrent dans la constitution des cordons du sympathique et des cordons nerveux de la vie animale. Ces origines et ce mode de distribution s'accordent, par conséquent, avec cette donnée, que la lésion du cerveau n'a pas d'influence sur la contractilité, tandis que la moelle a une influence incontestable.

Ajoutons que pour les centres, c'est surtout, sinon toujours, dans les cas pathologiques où la substance grise de la moelle, origine des vaso-moteurs, est atteinte, que les troubles de la nutrition et de la contractilité surviennent.

Comment du reste expliquer autrement que par l'influence vaso-motrice les troubles de la nutrition et la diminution de la contractilité des muscles de la face après la section d'un nerf sensitif? Il semble bien évident que la section des troncs périphériques de ce nerf a sur les muscles la même influence que la section de la branche ophthalmique sur les altérations de la nutrition de la cornée. Or, presque tous les physiologistes s'accordent à regarder ces dernières altérations comme la conséquence de la paralysie des vaso-moteurs qui se rendent aux vaisseaux alimentant cette membrane. Quant à l'absence de troubles de la nutrition à la suite de la section du nerf lingual, ce fait pourrait bien avoir sa raison d'être dans l'absence dans ce nerf des branches vaso-motrices des vaisseaux qui se rendent aux muscles de la langue, ceux-ci les recevant du nerf hypoglosse.

A la vérité, immédiatement après la section des nerfs vaso-moteurs pratiquée sur des animaux, la contractilité, comme nous l'avons vu précédemment, augmente, la circulation paraît plus active ; mais ce n'est là qu'un effet passager, car au bout de peu de temps des phénomènes inverses apparaissent. Dans l'état actuel de nos connaissances, il n'est pas encore possible de dire comment les vaisseaux paralysés amènent dans les muscles des troubles de la nutrition. Peut-être est-ce parce qu'ils subissent eux-mêmes une altération matérielle qui rend leurs parois moins

propres à faciliter les échanges organiques du sang et des tissus. Mais c'est là une hypothèse, à laquelle prête cependant son appui la présence de lésions signalées par quelques auteurs dans les vaisseaux d'un certain calibre chez les sujets paralytiques. Otto a constaté un rétrécissement notable des artères; Schrœder Van der Kolk a signalé l'ossification de leurs parois.

5° L'opinion la plus récente est celle qui tend à subordonner les troubles musculaires matériels et dynamiques, consécutifs aux sections nerveuses ou aux altérations pathologiques, à un travail irritatif.

Selon M. Brown-Séquard, une lésion qui atteint un conducteur ou un centre nerveux peut agir de deux façons différentes : ou elle annule simplement l'action de ce nerf, de ce centre, ou elle les irrite. Dans le premier cas, elle peut produire une paralysie simple sans atrophie ; dans le second cas, elle produit presque toujours une atrophie. « J'ai vu, dit-il, au moins plusieurs centaines d'animaux survivre des mois entiers à la section de la moelle épinière, et ne présenter aucune autre lésion de nutrition dans les parties paralysées, qu'une atrophie en général assez lente à se montrer. Dans deux cas, au contraire, où des exostoses se sont formées à l'endroit de la section de la moelle, et comprimaient le bout inférieur, il y a eu une atrophie considérable en cinq ou six jours, et une ulcération gangréneuse du sacrum et de quelques points de la cuisse. Il faut donc distinguer les effets de l'excitation de la moelle épinière et des nerfs, de ceux de la paralysie ou simple cessation d'action de ces parties. En d'autres termes, il faut distinguer les effets de l'action morbide de ceux de l'absence d'action. »

M. Brown-Séquard a de plus appelé l'attention sur l'influence de l'irritation morbide sur la nutrition des muscles placés à une certaine distance du point irrité, et a fait voir que ces altérations étaient dues à une influence purement réflexe.

Si les idées de M. Brown-Séquard touchant l'innocuité des lésions nerveuses sur les phénomènes de la nutrition dans les cas où des lésions ne sont pas accompagnées de travail irritatif, sont sujettes à contestation, les idées du même auteur sur les rapports qui existent entre les excitations morbides des centres et l'atrophie musculaire, sont généralement acceptées; ainsi on a pu reconnaître fréquemment que l'hémorrhagie de la moelle, qui donne lieu habituellement à des paralysies à développement rapide, est surtout une cause d'atrophie des muscles quand elle est suivie de l'inflammation de la moelle. Quelle que soit du reste la cause de l'inflammation, myélite ou méningite spontanées, on voit se développer presque toujours des atrophies musculaires avec perte de l'excitabilité électro-musculaire, diminution de volume et plus tard dégénérescence des muscles paralysés. Si aussi, comme le fait observer M. Vulpian, il y a, comme cela paraît probable, une relation étroite de causalité entre les lésions de la moelle et celles des muscles dans l'atrophie musculaire progressive et dans l'atrophie infantile, il est à présumer que dans ces deux

affections la lésion de la moelle sur les muscles tient à la nature irritative particulière de cette lésion.

D'après cela, il faut donc voir dans certaines lésions morbides une cause d'excitation d'une nature spéciale, et qui possède une influence des plus manifestes pour déterminer l'atrophie et la perte de la contractilité musculaire. Toutefois, il faut avoir égard à ce fait que les lésions qui atteignent la moelle, inflammatoires, scléreuses ou autres, s'arradient en général facilement à distance, et sont capables par cela même d'envahir, en la désorganisant rapidement, une grande étendue de substance nerveuse grise, origine de nerfs vaso-moteurs. Ces lésions diffèrent donc de celles faites par un instrument tranchant, qui laissent au-dessous d'elles toujours une portion plus ou moins grande de moelle, capable de suffire à l'entretien de la contractilité musculaire. Quant à l'explication de la manière dont agit l'irritation, directe ou réflexe, sur l'atrophie musculaire, on ne peut encore rien affirmer sur ce sujet. Il y a cependant plutôt lieu de croire que cette action place les capillaires des muscles dans des conditions de contractilité qui permettent plus difficilement les échanges nutritifs. Cette opinion nous semble préférable à celle qui admettrait l'existence des nerfs trophiques intervenant directement, et sans l'intermédiaire des vaisseaux, sur la nutrition de la fibre musculaire.

Index bibliographique (Conditions de la contractilité musculaire, influence de la circulation du sang sur la contractilité, influence du système nerveux). — HALLER, *Elementa physiologiæ*. — LONGET, *Recherches expérimentales sur les conditions nécessaires à l'entretien et à la manifestation de l'irritabilité musculaire*. Paris, 1841. — IDEM, *Traité de physiologie*, 2 vol., 1869 — CL. BERNARD, *Leçons sur les effets des substances toxiques et médicamenteuses*. Paris, 1859. — ZENKER, *Ueber die Veränderungen der willkürlichen Muskeln in Typhus abdominalis*. Leipzig, 1864. — SWAMMERDAM, *Tractatus phys. med. de respirat. et usu pulmonum*. Leyde, 1667. — STÉNON, *Biblioth. anat. de Manget, de Motu musculari*. — BRUNNER, *Experim. nova circa Pancreas*. Leyde, 1722. — VIEUSSENS, *Nevrographia universalis*. Lugduni, 1865. — LECAT, *Traité du fluide nerveux et du mouvement musculaire*. Berlin, 1765. — LARREY, *Recueil périod. d'obs., etc.*, par Vandermonde, 1757. — LONGET, *Traité de physiologie*, t. II, année 1869. — CRUVEILHIER, *Traité d'anatomie pathologique*. Paris, 1856. — VULPIAN, *Sur la durée de la persistance des propriétés des muscles, des nerfs et de la moelle épinière après l'interruption du cours du sang dans ces organes* (*Gazette hebd.*, 1861). — BROWN-SÉQUARD, *Recherches expérimentales sur les propriétés phys. et les usages du sang rouge et du sang noir* (*Journal de physiologie*, années 1858 et 1859). — PORTA (Luigi), *Delle alterazioni pathologische delle arterie per la ligatura et la torsione*, 1845.— FRIEDBERG, *Pathologie u. Therapie der Muskellähmung*. Weimar, 1858). — J. PH. KAY, *Journal des Progrès*, vol. X, 1828.— SEGALAS, *Journal de physiologie expérimentale*, 1824, t. IV. —BROWN-SÉQUARD, *Recherches sur l'irritabilité musculaire*, in *Journal de phys.*, 1859.—VULPIAN, *Sur les modifications que subissent les muscles sous l'influence de la section de leurs nerfs* (*Archives de phys.*, t. II). — N. MANTEGAZZA, *Gaz.-Lombard.*, 1867 (anal. in *Schmidt's Jahrbücher*, 1867. — FONTANA, *Recerche filosofiche sopra la fisca animale*. Florence, 1775. — J. MULLER et STICKER, *Manuel de phys.*, par J. Muller, traduct. Jordan. — NASSE, *Untersuch. zur Physiol. und Pathol.*, t. I. — BROWN-SÉQUARD, *De l'influence du système nerveux, etc., sur la nutrition des muscles* (*Comptes rendus de la Société biologique*, 1849, t. I). —DUCHENNE (de Boulogne), *Electrisation localisée*, 1861. — VULPIAN, *Leçons de physiologie*. Paris, 1866. — LANDRY, *Traité des paralysies*. — MARSHALL HALL, *Memoire on some Principles of Pathology of the Nervous System*. 1839. London, traduit dans les *Archives générales de médecine*, 1840. — CHARCOT, *Exposé des titres*, 1866. — J. REID, cité par Brown-Séquard, *Recherches sur l'irritabilité* (*Journal de phys.*, année 1859). — OTTO, *Lehrbuch der pathologischen Anatomie*. —

SCHRÖDER VAN DER KOLK, *Observat. anat. pathol. et pract. argum.* Amsterdam, 1826. — VULPIAN, *Influence de l'abolition des fonctions des nerfs dans la région de la moelle épinière qui leur donne origine* (*Arch. de phys. norm. et pathol.*, 1868).

DE LA CONTRACTILITÉ DES MUSCLES APRÈS LA MORT.

Alors que les fonctions importantes de l'organisme se sont éteintes, que la mort par conséquent est arrivée chez l'homme ou chez les animaux, les muscles demeurent encore pendant un certain temps irritables, après quoi survient la rigidité cadavérique, puis enfin la putréfaction.

Les expériences de M. Faivre ont démontré, chez des grenouilles, qu'après la mort la contractilité musculaire, au lieu de diminuer, s'accroissait après un certain nombre d'heures, et arrivait à un degré extrême qu'il nomme maximum de contractilité; dans cet état, qui dure huit à dix heures, la fibre musculaire est sensible aux agents les plus délicats, aux courants électriques les plus faibles; une basse température prolonge beaucoup la durée de cette période. On peut constater aussi qu'à la suite d'excitations multipliées, les muscles peuvent cesser d'être contractiles, mais que la contractilité revient après quelques heures de repos. M. Faivre a remarqué, de plus, que c'était au moment où le muscle était plus excitable que le nerf avait cessé de l'être. Enfin, la contractilité des muscles est quelquefois telle au degré maximum qu'elle se traduit par des mouvements spontanés.

Ce n'est pas seulement chez les batraciens que cette exagération de la contractilité existe; chez l'homme même, elle peut être assez forte pour produire sous l'influence de chocs des mouvements très-étendus. Ainsi le docteur Benett Dowler a pu déterminer par des excitations mécaniques des mouvements énergiques de flexion, d'extension, de supination, de pronation sur les membres de sujets humains peu de temps après la mort. Dans un très-grand nombre de cas où la contraction musculaire était provoquée par des chocs, les mouvements semblaient, de la façon la plus frappante, être volontaires. Il a vu, de plus, se produire des mouvements généraux des membres, même après qu'il les avait séparés du corps. Ces phénomènes se sont quelquefois manifestés encore quatorze heures après la mort. Des faits analogues ont été constatés par M. Brown-Séquard. Ainsi, cet auteur a pu s'assurer que, une heure après la mort, la main d'un homme mort, chargée d'un kilogramme, soulevait ce poids sous l'influence d'un choc porté sur les muscles de l'avant-bras; quand le muscle n'était plus irritable, le choc ne déterminait plus qu'une simple tuméfaction des parties sans production de mouvements.

Un grand nombre de physiologistes ont émis l'opinion que l'irritabilité musculaire durait plus de temps après la mort chez les petits animaux que chez les grands. D'après M. Brown-Séqnard le fait serait inexact, du moins à l'égard de l'homme, du chien, du mouton, du chat, du lapin et du cochon d'Inde. Ainsi, il a trouvé que l'excitabilité des muscles de la

vie animale durait beaucoup plus longtemps chez l'homme qui meurt sans avoir été longtemps malade, que chez les différents animaux tués en bonne santé. Tel est le tableau du maximum de durée chez l'homme et chez les animaux cités.

Chez le cochon d'Inde,	à peine plus de	8 heures.
Chez le lapin,	—	8 h. 1/2.
Chez le mouton,	—	10 h. 1/2.
Chez le chien,	—	11 h. 3/4.
Chez le chat,	—	12 h. 1/2.
Chez l'homme (d'après Nysten),		27 heures.

Marshall Hall avait avancé que la durée de l'irritabilité après la mort était en raison inverse de la respiration de l'animal pendant sa vie. Mais, à ce titre, les poissons qui ont une puissance respiratoire infiniment moindre que les batraciens, devraient après la mort conserver leur irritabilité plus longtemps, ce qui n'est pas. On a vu, de plus, l'irritabilité du cœur chez l'homme et chez les animaux à sang chaud persister plus longtemps que chez les animaux à sang froid. Ainsi le cœur d'une femme guillotinée, observé par le docteur Emmanuel Rousseau, battait encore vingt-six heures après la mort. M. Vulpian a observé des mouvements fibrillaires dans le cœur d'un chien encore quatre-vingt-seize heures après la mort, or jamais le cœur ne bat aussi longtemps chez la grenouille.

Valentin, Nysten, avaient pensé que la contractilité persistait d'autant plus longtemps que la température des muscles était plus élevée. M. Brown-Séquard encore a infirmé ce fait par de nombreuses expériences exécutées sur deux membres appartenant à un même animal, l'un soumis à une température de 0 degré, l'autre à une température plus élevée de 16 à 20 degrés. Le premier restait toujours plus longtemps excitable que le second. Cet auteur a vu de plus, sur des oiseaux, que l'excitabilité durait plus longtemps chez ceux qui avaient été refroidis avant la mort que chez ceux qui ne l'avaient pas été.

Selon M. Brown-Séquard la contractilité musculaire ne dure pas plus longtemps, contrairement à ce que l'on a dit, chez les animaux qui viennent de naître que chez les adultes. Chez le chien, chez le chat, chez le lapin l'irritabilité dure bien plus longtemps chez la mère que chez le jeune, seulement il faut avoir soin de ne pas laisser le cadavre d'un nouveau-né exposé au froid, il faut que les animaux aient la même température. C'est pour la même raison que la contractilité des animaux à sang froid ne dure pas plus longtemps que celle des animaux à sang chaud, si on les place les uns et les autres dans les mêmes conditions de température.

M. Vulpian a fait la remarque que l'air humide entretenait la contraction musculaire plus que l'air sec.

Certains gaz diminuent rapidement la contractilité musculaire. D'après

de Humboldt, les gaz irrespirables sont ceux qui l'entretiennent le moins; l'azote, l'acide carbonique, la font disparaître plus promptement que l'oxygène de l'air.

M. Pelikan s'est assuré que les solutions salines entretiennent la contractilité musculaire, probablement en retardant les modifications chimiques qui s'opèrent dans le muscle. C'est pour la même raison, sans doute, que la contractilité musculaire se conserve longtemps, quand on met les muscles en contact avec l'humeur vitrée, fait observé par M. Brown-Séquard.

L'irritabilité musculaire ne disparaît pas également dans toutes les parties d'un même membre à la fois, de plus elle ne disparaît souvent pas en même temps dans tous les muscles. Nysten sur l'homme décapité a vu que l'irritabilité s'éteignait dans l'ordre suivant : Dans le ventricule gauche, vingt-cinq à trente minutes après la mort ; dans l'intestin, cinquante-cinq à soixante minutes ; dans le ventricule droit, une heure ; dans les muscles des membres, deux ou trois heures ; dans l'oreillette droite, seize heures. Parmi les muscles striés, celui qui paraît perdre le plus tard sa contractilité est donc le cœur ; la persistance de cette propriété est souvent considerable, même chez les mammifères. La plus longue durée que M. Vulpian ait constatée a été de quarante-six heures et demie chez le surmulot, et de quatre-vingt-treize heures et demie, chez le chien. Après le cœur viendrait le diaphragme. M. Vulpian a reconnu sur un jeune chien que le diaphragme était encore contractile cinq heures après la mort, quelquefois même la contractilité de ce muscle persiste, quand celle du cœur est éteinte.

RIGIDITÉ CADAVÉRIQUE.

On appelle rigidité cadavérique la roideur que présentent les muscles d'un cadavre quelque temps après la mort ; cette roideur est telle qu'on pourrait croire que les muscles sont contractés, surtout chez les sujets maigres, où ils produisent des reliefs très-prononcés. Mais, alors que la rigidité est survenue, les muscles ne répondent plus à l'excitation galvanique, et, si l'on coupe les deux bouts de ceux-ci, il ne se produit aucun écartement.

Chez l'homme, la rigidité cadavérique survient une, huit, dix, vingt heures après la mort ; mais il n'y a rien de régulier sous ce rapport. Selon M. Larcher, l'ordre dans lequel se produit la rigidité est invariablement le même, quel que soit d'ailleurs le genre de mort, que celle-ci soit lente ou rapide, naturelle ou accidentelle. Les muscles qui meuvent la mâchoire inférieure se roidissent les premiers, presque en même temps se roidissent les membres abdominaux, puis viennent les muscles du cou (moteurs de la tête sur le tronc), enfin, plus ou moins tard, les muscles des membres supérieurs. Les muscles qui se sont roidis les premiers, ceux de la mâchoire inférieure demeurent les derniers dans cette situation. Les

articulations de la mâchoire inférieure, du genou, se roidissent plus complétement et plutôt que ceux de l'épaule. Cette progression de la roideur cadavérique est une loi générale commune à tous les animaux pourvus de système musculaire.

La rigidité a été observée chez tous les animaux à sang chaud et à sang froid, chez les vertébrés, comme chez les invertébrés, chez les mollusques, les crustacés, les insectes, les lombrics. Dugès l'a même observée chez les hydres et chez les planaires.

Tous les muscles de l'économie sont aptes à la rigidité, aussi bien les muscles lisses que les muscles striés. C'est à elle que tient, selon M. Colin, la résistance à la distension du cardia chez les chevaux morts au bout de quelques temps, c'est à elle que tient la dureté que le cœur présente quelquefois, c'est encore à elle qu'on doit rapporter la difficulté que l'on éprouve sur quelques cadavres de pratiquer le cathétérisme qui devient facile, quand une première fois l'obstacle a été vaincu.

La rigidité cadavérique survient généralement aussitôt que la contractilité a disparu. C'est une opinion qui a eu pour défenseur surtout M. Garlichs. Pour M. Brown-Séquard le fait serait vrai quand l'irritabilité a duré peu de temps, et alors qu'on fait usage d'un appareil électrique énergique ; mais, même dans ce cas, il y aurait un petit intervalle de quelques secondes à quelques minutes. Si, au contraire, l'excitabilité a duré très-longtemps, on constate, d'après ce dernier auteur, toujours un certain intervalle entre la perte de contractilité et l'apparition de la rigidité, même en se servant des excitants les plus forts.

La rigidité peut s'établir alors même que certains muscles ont encore conservé leur contractilité. Ainsi, chez un chien observé par M. Vulpian, et chez lequel les membres présentaient une rigidité cadavérique si prononcée, que l'on était obligé d'employer un effort assez considérable pour vaincre cette rigidité, écarter les membres du tronc, ou fléchir diverses articulations, il y avait des traces de contratilité très-évidente dans les muscles pectoraux et dans les cuisses ; les muscles qui n'étaient pas rigides présentaient des lignes saillantes dans les parties qui avaient été touchées par une pointe d'aiguille. La rigidité cadavérique peut même arriver avant la cessation des battements du cœur, ainsi que M. Brown-Séquard l'a observé sur un soldat du Gros-Caillou mort à la suite d'une longue maladie ; la mâchoire et les membres étaient roides, quand le cœur présentait encore vingt battements, et celui-ci ne cessa de battre que trois minutes après l'établissement de la rigidité. M. Brown-Séquard a observé le même phénomène sur des lapins épuisés.

De tout temps on avait remarqué que sur les membres on ne pouvait point reproduire la rigidité une fois qu'elle avait été vaincue par un effort contraire à la tension des muscles. Sommer, le premier, reconnut la possibilité de rétablir la rigidité après l'élongation des membres, si elle n'avait pas atteint son maximum. Mais M. Brown-Séquard a vu la rigidité réapparaître une fois qu'elle avait été vaincue, quoiqu'elle eût même atteint son

toutefois cette rigidité ne se reproduisit jamais dans une troisième excitative. D'après M. Brown-Séquard, d'une manière générale, la limite imposée à la possibilité de reproduire chez les lapins et les chiens la rigidité varie entre une heure et dix ou douze heures après son premier établissement.

Selon Sommer, au moment de la rigidité les membres changeraient de position; la mâchoire qui est pendante immédiatement après la mort reprend sa position; les doigts se courbent, et, en général, les pouces d'abord, en sorte qu'ils se renversent sur la racine du petit doigt. Villermé a même donné ce signe comme étant très-propre à distinguer la mort réelle de la mort apparente. Il faut savoir cependant que l'indicateur peut se fléchir avant le pouce, et, dans ce cas, le pouce reste appliqué sur le bord de l'index.

Nous avons déjà vu que la rigidité cadavérique pouvait se produire sur l'animal vivant, quand on empêche le sang d'arriver aux muscles par une ligature faite sur le trajet de l'artère principale, nous avons vu aussi qu'elle pouvait se dissiper quand la ligature était enlevée. Nous verrons bientôt que l'injection de sang artériel dans les vaisseaux des membres atteints de rigidité cadavérique peut la faire disparaître et ramener la contraction des muscles.

L'apparition et la durée de la rigidité cadavérique sont subordonnées à de nombreuses conditions qui, presque toutes, se rattachent à la loi suivante que l'on doit à notre éminent biologiste M. Brown-Séquard. « *Plus le degré d'irritabilité musculaire est considérable au moment de la mort, plus la rigidité cadavérique survient tard et progresse lentement, plus aussi elle dure longtemps.* »

L'expérience suivante faite par M. Brown-Séquard montre bien cette influence du degré d'irritabilité sur l'apparition et la durée de la rigidité. Cinq vigoureux cochons d'inde, mâles et adultes, ayant été asphyxiés à l'aide d'une ligature appliquée autour de la trachée, quatre d'entre eux furent immédiatement galvanisés, le premier à l'aide d'un appareil électro-magnétique très-puissant, le second avec un appareil moins puissant, le troisième avec un appareil plus faible que le précédent, et le quatrième seulement à l'aide d'un courant galvanique faible; les électrodes étaient appliqués l'un à la bouche, l'autre à l'anus : Tel est le tableau qui indique les résultats de l'expérience chez les quatre animaux galvanisés.

		Durée de l'irritation.	Rigidité complète.		Durée de la rigidité.	
1°	Cochon d'Inde.	4 heures.	7 heures.		15 minutes.	
2°	—	40 —	60 —	près de	1200 —	(20 heures).
3°	—	90 —	120 —	—	3600 —	(3 jours).
4°	—	330 —	120 —	—	8600 —	(6 jours).
5°	—	550 —	600 —	—	11500 —	(8 jours).

Cette loi va nous rendre un compte exact des nombreuses variétés que peut affecter la rigidité quant à l'instant de son apparition et à sa durée.

Chez les animaux, auxquels on coupe les nerfs sciatiques, et sacrifiés peu de temps après, la rigidité cadavérique apparaîtra plus tard et durera plus longtemps que chez les animaux auxquels on n'a pas coupé les mêmes nerfs, parce que chez les premiers, comme nous l'avons vu, l'irritabilité augmente pendant un certain temps après le début de la paralysie. Si l'on sacrifie les animaux longtemps après la section des nerfs, la rigidité apparaîtra de bonne heure, durera peu, parce que les muscles ont perdu notablement de leur contractilité.

M. Charcot a constaté que dans les hémiplégies anciennes d'origine cérébrale, la rigidité cadavérique s'empare plus promptement des membres paralysés et les abandonne plus tôt que ceux du côté sain; elle est même parfois presque insensible. Le même fait se produit dans la paralysie infantile et dans quelques cas d'ataxies locomotrices ayant amené une atrophie musculaire. La diminution de l'excitabilité musculaire dans ces divers cas suffit pour expliquer l'apparition rapide et la courte durée de la rigidité.

Des animaux refroidis avant la mort sont atteints moins rapidement de rigidité et celle-ci dure plus longtemps que chez les animaux de même espèce qui n'ont pas été refroidis. On se rappelle que l'influence du froid a une influence notable pour augmenter la durée de la contractilité après la mort, il doit donc avoir une influence sur l'apparition et la durée de la rigidité. C'est ce qui explique aussi comment des cadavres ont été retirés de l'eau présentant encore la rigidité cadavérique quatorze jours et plus après la mort.

On a signalé des cas d'individus tués par la foudre qui n'avaient pas eu de rigidité cadavérique. Or, on comprend que par le fait même de la secousse électrique considérable que ces individus ont subie, la contractilité ait eu très-peu de durée, et que par cela même la rigidité cadavérique ait été faible ou nulle. A la vérité, on a signalé aussi des cas d'individus morts des effets de la foudre et, chez lesquels la rigidité a été observée, mais la foudre peut tuer de diverses façons ; une syncope, une apoplexie, une commotion cérébrale mortelles peuvent être déterminées par elle, or ces causes n'exercent aucune influence sur la rigidité.

La rigidité cadavérique apparaît rapidement sur des individus ou des animaux morts après une longue marche ou une longue course. Qui ne connaît la rapidité avec laquelle le gibier chassé depuis longtemps se roidit. C'est là ce qui explique comment sur les champs de bataille on a pu trouver des cadavres dans l'attitude qu'ils devaient avoir prise au moment où le coup fatal avait été porté.

Sur des sujets décapités ou asphyxiés alors qu'ils sont en bonne santé, la rigidité se produit au plus tôt dix à douze heures après la mort, et elle dure au delà d'une semaine quand la température n'est pas très-

élevée. Nysten a vu la rigidité persister chez un décapité pendant vingt-six heures. Nous avons vu, au contraire, que la rigidité chez les sujets affaiblis pouvait persister même avant la cessation des battements du cœur.

Les individus qui meurent d'affections convulsives, tétanos, épilepsie, ont une rigidité cadavérique qui apparaît peu de temps après que les membres ont été relâchés et qui dure peu. Les poisons n'ont d'influence sur la rigidité que quand il déterminent des convulsions.

Selon Casper, l'alcoolisation causerait une durée plus longue de la rigidité, il l'a encore constatée le sixième, le neuvième jour chez des hommes morts en état d'ivresse.

Signalons enfin que, quand on élève artificiellement la température des muscles à quarante degrés chez les animaux à sang chaud, quarante-huit à cinquante chez les animaux à sang froid, la rigidité cadavérique est instantanée, et que certaines substances injectées dans les vaisseaux : l'eau de chaux, la potasse, le vinaigre, l'eau salpêtrée, le carbonate de potasse à l'état concentré, déterminent en peu d'instants la rigidité. (Kusmaull).

Théorie de la rigidité cadavérique. — Bien des théories ont été faites sur la nature de la rigidité cadavérique. Les uns ont soutenu qu'elle était le résultat du refroidissement, les autres de la coagulation du sang, d'autres de la coagulation de la graisse des muscles; quelques-uns ont pensé qu'elle était le résultat, d'un suprême effort exercé par le mourant pour se rattacher à la vie.

Cette dernière cause ne mérite pas qu'on s'y arrête, il suffit pour les autres de dire que ce ne sont pas les parties qui se refroidissent les premières qui sont prises les premières de rigidité, de dire que la rigidité a été observée sur des sujets dont le sang n'était pas coagulé, et même alors que le cœur battait encore, de rappeler que la graisse est en très-petite quantité dans les muscles, et que la rigidité se produit chez les individus maigres, tout aussi bien que chez les individus gras, pour faire voir combien ces explications ont peu de valeur.

L'opinion acceptée aujourd'hui par tous les physiologistes, est celle qui rapporte la rigidité cadavérique à la coagulation des principes spontanément coagulables qui existent dans le muscle. Cette opinion a été émise pour la première fois par M. Robin ; pour cet auteur ce serait sans doute la musculine qui serait le principe coagulable; pour M. Kühne et la plupart des physiologistes allemands ce serait la myosine contenue dans le plasma musculaire. Ajoutons que l'acidification du muscle par la formation de l'acide lactique en excès, doit aussi avoir de l'influence sur la coagulation des principes azotés. Cette coagulation des matériaux spontanément coagulables ne se fait pas, du reste, après la mort, seulement dans les muscles, mais elle se fait encore dans les ligaments, la peau, les muqueuses, qui eux aussi possèdent une certaine rigidité.

Index bibliographique (de la contractilité après la mort, de la rigidité cadavérique). — FAIVRE, *Expériences sur l'extinction des propriétés des nerfs et des muscles après la mort chez les grenouilles* (*Compt. rend. de la Soc. biol.*, 1858). — BENETT DOWLER, *Researches on the Post Mortem Contractily of Muscles, with observations on the reflex theory* (*New-York Journal of Medicine*, 1846). — BROWN-SÉQUARD, *Recherches expérimentales sur les propriétés physiologiques du sang rouge et du sang noir* (*Journ. de physiologie*, t. I, 1858). — MARSHALL HALL, *Irritability in Todds Cyclopedia of Anat. and Physiol.*, vol. III. — EMMANUEL ROUSSEAU, *Œuvres de John Hunter*, traduct. franç., vol. III. — VALENTIN, *Lehrbuch der Physiol. des Menschen*, 2 Band, erste Abtheilung, 1847. — NYSTEN, *Recherches de physiologie et de chimie pathologique*. Paris, 1811. — VULPIAN, *Recherches sur la durée de la contractilité du cœur et du diaphragme après la mort* (*Mém. de la Soc. biol.*, 1858). — DUGÈS, *Physiologie comparée*. — COLIN, *Physiologie comparée*, 1854.— BROWN-SÉQUARD, *Leçon croonienne sur les relations entre l'irritabilité musculaire, la rigidité cadavérique et la putréfaction* (*Journ. de phys.*, année 1861). — IDEM, *Limites de la possibilité du retour spontané de la rigidité cadavérique après qu'on l'a fait disparaître par l'élongation des muscles* (*Journ. de phys.*, t. I, 1858). — SOMMER, cité par Muller (*Manuel de phys.*, 1851). — CHARCOT, cité par Ollivier, *Des atrophies musculaires*, thèse d'agrégation, 1869. — NYSTEN, *Recherches de physiologie et de chimie pathologique*, 1811. — CASPER, *Traité pratique de médecine légale*, 1862. — CH. ROBIN, *Dictionnaire de Nysten*. — KÜHNE, *Myologische Untersuch.* Leipzig, 1860.

INFLUENCE DES EXCITANTS SUR LA CONTRACTILITÉ MUSCULAIRE.

Les excitants capables de mettre en jeu la contractilité musculaire peuvent être classés de la manière suivante : excitants physiologiques, morbides, mécaniques, physiques, chimiques, toxiques.

EXCITANTS PHYSIOLOGIQUES. — Sous ce nom nous rangerons les agents qui interviennent dans l'exercice normal de nos fonctions pour exciter la contractilité musculaire.

Le plus important de tous est l'excitant nerveux, représenté par la force nerveuse. Cet excitant est toujours en jeu, car c'est lui qui donne aux muscles l'état de tension qui caractérise la tonicité ; de plus, c'est lui qui, pour les besoins de la vie végétative, règle les mouvements involontaires, pour les besoins de la vie de relation, les mouvements volontaires. Plus tard nous étudierons les effets de cette force, nous nous contenterons ici de faire remarquer que celle-ci paraît de beaucoup supérieure à tous les autres agents d'excitation quant à son intensité d'action sur la contractilité. Mise en jeu par l'excitation galvanique appliquée sur un nerf, elle donne lieu à des contractions musculaires bien plus énergiques que si l'excitation était faite sur les muscles directement. On peut aussi juger de sa puissance en observant l'énergie des contractions musculaires chez les sujets atteints d'accès d'épilepsie, d'hystérie, de tétanos. Enfin, cette supériorité d'action est aux yeux de certains physiologistes démontrée par le phénomène suivant, observé pour la première fois par M. Duchenne (de Boulogne), et que l'on a pu constater souvent sur des membres paralysés depuis un certain temps : On voit les mouvements volontaires reparaître dans des muscles sur lesquels l'exploration galvanique demeure sans effet. On doit, toutefois, se demander si la supé-

riorité de la puissance nerveuse, observée dans cette dernière condition, ne tiendrait pas au mode de distribution du principe moteur des nerfs dans l'intérieur des muscles ; ce principe arrive, en effet, dans toutes les fibres musculaires en même temps, tandis que l'application de l'électricité sur le muscle doit nécessairement épargner un certain nombre de fibres, et, si la contractilité est peu considérable, on comprend que dans ce dernier cas la contraction puisse passer inaperçue.

Parmi les excitants physiologiques il faut aussi comprendre les aliments, les boissons, les produits de sécrétion et d'excrétion, enfin le sang. Mais, comme ces agents ne touchent jamais dans les conduits et les réservoirs qu'ils parcourent la fibre musculaire, on peut en inférer que, quand leur présence met en jeu la contractilité des muscles, c'est par une action indirecte. Et, en effet, les mouvements musculaires auxquels la plupart de ces excitants donnent lieu sont de nature réflexe, c'est-à-dire reconnaissent pour cause la propagation vers les centres nerveux d'une excitation qui se répercute sur un certain ordre de muscles par l'intermédiaire de filaments nerveux moteurs.

Parmi les agents physiologiques que nous venons de signaler, il en est un cependant qui, dans certaines conditions, est capable d'exciter la fibre musculaire; nous voulons parler du sang, quand, exceptionnellement, il circule à l'état de sang noir, de sang veineux, dans les artères.

C'est à M. Brown-Séquard que l'on doit surtout d'avoir bien démontré la différence physiologique qui distinguait le sang veineux du sang artériel au point de vue de son action sur la contractilité musculaire. Il a fait voir de la façon la plus nette, que, tandis que le sang artériel concourait à entretenir la contractilité, ou à la rappeler quand elle était éteinte, le sang veineux était pour celle-ci un excitant.

La première proposition se déduit des expériences que nous avons citées (page 493), par lesquelles nous avons vu que l'on pouvait à volonté faire disparaître et réapparaître la contractilité musculaire chez les animaux, en liant et en déliant les gros troncs artériels. Nous avons vu aussi que la contractilité pouvait même revenir, quand, par la ligature de l'artère, on avait déterminé chez un animal la rigidité cadavérique, si l'on rétablissait la circulation en enlevant cette ligature. A cette expérience, faite par M. Brown-Séquard, nous en ajouterons ici une des plus curieuses faites aussi par lui, non sur un animal vivant, mais sur les membres d'un supplicié atteint de rigidité cadavérique. Un condamné à mort avait été décapité à huit heures du matin ; transporté à l'école pratique de la faculté de médecine, il avait été pris de rigidité cadavérique à sept heures du soir. Un membre supérieur, complétement roide, fut alors séparé du tronc ; deux heures après, M. Brown-Séquard injecta dans l'artère radiale de ce membre du sang tiré de la veine d'un assistant et battu au contact de l'air. de façon à l'oxygéner, à l'artérialiser. Ce sang devenu rouge sortit noir des veines béantes à la surface de la section, pendant tout le temps de l'injection qui dura cinq à dix minutes. Cette première injection fut commencée

à neuf heures; on la réitéra une série de fois avec le sang qui s'écoula des veines, et qui était de nouveau chaque fois battu au contact de l'air; la dernière injection fut pratiquée à neuf heures quarante-cinq minutes. Dix minutes après avoir terminé cette dernière injection, l'irritabilité était revenue dans la main sur laquelle on opérait; sur dix-neuf muscles qui existent dans celle-ci, deux seulement n'avaient retrouvé aucune trace d'irritabilité, le court fléchisseur et l'adducteur du pouce. L'irritabilité ne disparut des autres muscles qu'à une heure un quart, c'est-à-dire trois heures et demie après la dernière injection poussée dans les artères. Des résultats identiques ont été obtenus par M. Brown-Séquard sur un second décapité et sur des animaux arrivés après la mort à l'état de rigidité complète.

Les injections de sang oxygéné, faites dans les membres séparés du tronc et encore irritables, peuvent même augmenter l'irritabilité des muscles, au point que les excitations faites sur ces membres produisent plus d'effets qu'elles n'en produiraient à l'état normal. L'expérience suivante de M. Brown-Séquard le prouve. Cet auteur coupe la moelle épinière transversalement à la région dorsale sur un lapin vigoureux; deux heures après il tue l'animal, mais auparavant il s'est assuré de l'état contractile des muscles. Quand l'animal est tué, il injecte du sang très-chargé d'oxygène par l'iliaque primitive gauche. Or, encore une heure après l'injection, l'irritabilité était plus vive qu'à l'état normal, dans le membre correspondant.

Enfin, certaines expériences de M. Brown-Séquard paraissent démontrer que l'irritabilité musculaire pourrait être maintenue indéfiniment dans les membres séparés du corps et dans lesquels on injecte du sang chargé d'oxygène. Dans une de ces expériences, l'irritabilité persista plus de cinquante heures après la mort; elle semblait à cet instant être aussi énergique que dix ou douze minute après le dernier soupir; l'expérience ne fut pas poussée au delà.

Pour démontrer l'action excitante du sang veineux, M. Brown-Séquard s'y prit de la façon suivante ? Il détruisit sur un animal la moelle à la partie inférieure, puis il asphyxia l'animal, et bientôt les membres inférieurs furent le siége de mouvements convulsifs. Or ces convulsions ne pouvaient pas être rapportées à une action des centres nerveux, puisque la moelle avait été détruite inférieurement, on ne pouvait les attribuer qu'à l'action même du sang veineux contenu dans les vaisseaux artériels. M. Brown-Séquard a, du reste, obtenu souvent des contractions dans les muscles des membres, dans lesquels il avait injecté du sang veineux.

C'est par cette action du sang veineux accumulé dans le tissu musculaire après la mort, que M. Brown-Séquard explique les mouvements des intestins, des vésicules séminales, de la vessie, mouvements quelquefois assez énergiques pour expulser au dehors le contenu de ces conduits, de ces réservoirs; c'est par elle aussi qu'il explique l'accouchement observé un certain nombre de fois après la mort. Les mouvements spontanés con-

statés quelquefois chez les cholériques reconnaîtraient la même cause; M. Brown-Séquard va plus loin, il explique la contraction du cœur par l'acide carbonique du sang contenu dans les vaisseaux veineux des parois de cet organe. Enfin, comme application de ses recherches, il a donné un signe qui, selon lui, serait d'une gravité considérable dans les cas de choléra ; ce signe serait la contraction de la pupille, due à la présence dans l'intérieur de l'iris d'un sang fortement chargé d'acide carbonique.

Nous verrons plus tard que le sang veineux et le sang artériel interviennent de la même façon sur le système nerveux que sur le système musculaire.

Excitants pathologiques. — Sous le nom d'excitants pathologiques, nous comprenons toutes les causes morbides qui mettent en jeu la contractilité musculaire.

Il est remarquable que les influences de ce genre ne retentissent jamais sur le muscle que par l'intermédiaire du système nerveux. Ainsi, les contractures survenues à la suite de corps étrangers implantés dans les muscles, celles qui sont consécutives à la présence d'un fragment d'os fracturé fixé dans les chairs, ou bien celles qui accompagnent les luxations, les tumeurs blanches, etc., toutes ces manifestations d'une contractilité exagérée, provoquées par les lésions que nous venons de passer en revue, sont dues à des phénomènes réflexes.

Quelle que soit la nature de l'irritation morbide produite sur un muscle, il ne semble pas que, dans aucune circonstance, celui-ci réagisse directement à son contact. Ni l'œdème de la sérosité infiltrée dans les tissus, ni une tumeur quelle qu'elle soit, cancéreuse, syphilitique ou vasculaire, ni même l'état inflammatoire d'un muscle avec ou sans production de pus, n'éveille, et à plus forte raison, n'entretient la contraction musculaire. A la vérité, le docteur Jodock Beer admet qu'au début d'une myosite le muscle enflammé est rigide, douloureux, et se trouve à l'état de contraction permanente, mais, même d'après cet auteur, cet état ne serait que passager ; bientôt le muscle perd sa tonicité, devient flasque et incapable de se contracter volontairement. On a noté aussi quelquefois des contractures des muscles dans les cas où des abcès se sont développés dans ceux-ci, mais il est à remarquer que ce fait n'a été signalé que quand il s'agissait de muscles atteints de vastes abcès et bridés par des aponévroses, comme le psoas. Or, dans ce dernier cas, il y a tout lieu de croire qu'il ne s'agit pas de contractures dues à l'inflammation, mais bien de contractions volontaires et en quelque sorte instinctives pour éviter la douleur.

On a considéré encore la rétraction dite secondaire des muscles, rétraction qui survient chez quelques sujets un certain temps après l'amputation, comme étant causée par l'inflammation des muscles. Malgaigne, qui admettait cette opinion, se reposait sur ce fait, c'est que cet acte de rétraction était d'autant plus intense que l'inflammation du moignon était plus considérable. Mais, comme ce serait la seule circonstance où l'inflammation du muscle déterminerait sa contracture, il y a bien plus lieu de croire que

cette rétraction secondaire est de nature réflexe, l'irritation inflammatoire agissant primitivement sur les bouts nerveux sectionnés, et non sur les muscles.

Loin de se contracter quand ils sont enflammés, les muscles, au contraire, tendent à s'atrophier, et à perdre, par conséquent, de leur contractilité. C'est à cette cause sans doute qu'est due l'atrophie du bout inférieur des muscles aboutissant au moignon d'un membre amputé, atrophie qui a été surtout signalée par MM. Broca et Verneuil. Il est probable aussi que l'atrophie si fréquente des muscles qui avoisinent les articulations atteintes de tumeurs blanches ou de luxations anciennes (deltoïde, grand fessier), a été influencée par le travail inflammatoire qui s'est irradié au pourtour de l'articulation lésée, quoique cependant elle puisse être due aussi à une contracture réflexe permanente. D'après Friedberg, la paralysie et l'atrophie consécutives à la guérison de certaines fractures, ne reconnaîtraient pas pour seule cause l'inaction prolongée, mais encore l'inflammation des muscles, inflammation qui explique la douleur qu'éprouvent les malades.

Ce n'est pas seulement dans les cas où les muscles sont enflammés, qu'ils tendent à perdre leur contractilité, le fait se présente encore dans les cas où les muscles sont au voisinage de parties enflammées. Nous signalerons comme exemples : la paralysie des musoles de la glotte dans les cas de laryngite croupale, celle des muscles intercostaux dans certains cas de pleurésie, celle du diaphragme dans les cas de pleurésie diaphragmatique, la diminution notable des battements du cœur dans les cas de cardite, la paralysie des muscles de l'intestin et de l'abdomen dans les cas de péritonite, la paralysie du muscle crémaster dans les cas de vaginalite. Il y a tout lieu de croire que ces sortes de paralysie sont la conséquence d'une dérivation de la circulation. La partie enflammée attirant à elle le sang des muscles voisins, prive sans doute ceux-ci d'une certaine quantité de principes réparateurs, et amène ainsi la diminution ou la perte de leur contractilité.

Excitants mécaniques. — Par excitants mécaniques, nous entendons les excitants qui, appliqués sur les muscles, exercent une action de contact, de déchirement, ou de tiraillement. Avec le galvanisme ces excitants viennent en premier lieu pour interroger leur degré de contractilité; toutefois, ils sont loin de valoir sous ce rapport l'électricité, si les muscles sont encore notablement irritables. Mais, un fait digne d'intérêt, c'est que, dans les cas où la contractilité est affaiblie, certaines excitations mécaniques ont sur les muscles une puissance d'action que ne possède pas le galvanisme. Ainsi, M. Vulpian a démontré qu'on pouvait encore réveiller les contractions du cœur en effleurant sa surface avec une pointe d'aiguille, alors que l'agent électrique était impuissant pour produire cet effet. Ce physiologiste a fait voir qu'il en était de même pour les muscles de la vie de relation; une pointe d'aiguille, selon lui, pourrait encore éveiller l'action d'un muscle strié une heure

après que le galvanisme ne provoque plus aucune réaction. D'autre part, M. Brown-Séquard a constaté que, chez les animaux qu'on vient de tuer, l'excitation galvanique, à l'aide d'un appareil électro-magnétique puissant, cause de bien plus vives contractions dans les muscles qu'un choc brusque produit sur ceux-ci, mais, lorsque l'irritabilité diminue, celle-ci devient plus capable de se manifester sous l'influence du choc.

Chez l'homme ou chez l'animal vivant, le choc peut aussi faire contracter les muscles. C'est à tort que quelques auteurs ont pensé que ce phénomène ne se produisait que dans certaines maladies, notamment dans la fièvre typhoïde. On peut le constater chez la plupart des sujets jouissant de la plus parfaite santé, mais surtout, chez les sujets maigres. Toutefois, que la contraction soit déterminée par un choc ou une aiguille, elle présente dans ces deux cas, comme caractères particuliers, d'être limitée au point excité, et de produire en cet endroit une sorte de renflement ou nœud, qui dure un certain temps; de ce renflement, on voit bientôt partir des espèces d'ondes qui se dirigent vers les extrémités du muscle. Schiff, qui a étudié, lui aussi, cette contraction d'une façon toute particulière, lui a donné le nom de contraction idio-musculaire. Il la regarde comme l'expression la plus manifeste de la propriété inhérente aux muscles, car il n'a jamais pu la réaliser en agissant sur les troncs nerveux qui se rendent au tissu contractile.

Parmi les excitations mécaniques rentre aussi la tension à laquelle les muscles peuvent être soumis. Elle est une cause puissante qui sollicite d'une manière remarquable la contraction musculaire. Frappé de ce fait, Malgaigne s'était même demandé s'il n'existait pas dans le muscle une force spéciale, la force de tension; de plus, il chercha à l'apprécier expérimentalement. Pour cela, il choisit un lapin jeune, bien portant et assez gros, et lui coupa les nerfs crural et sciatique d'un côté; tous les muscles de la jambe étaient par conséquent parfaitement paralysés. Il divisa ensuite avec précaution les ligaments de l'articulation tibio-tarsienne, afin de n'avoir affaire qu'aux muscles eux-mêmes, puis il soumit cette jambe ainsi disposée à une certaine traction. Les muscles se rompirent avec une traction de 40 à 45 kilogrammes. Les mêmes tractions ayant été faites du côté sain, les muscles se rompirent avec une traction de 42 kil. Des deux côtés, à mesure que les muscles étaient tiraillés, *ils devenaient durs et résistants.* Ayant répété l'expérience sur un lapin mort depuis vingt-quatre heures, et dont les membres postérieurs étaient intacts, une traction de 5 kilogrammes seulement suffit pour rompre la jambe. Quoique cette expérience prouve plutôt la force de résistance des muscles en état de contraction, elle indique aussi que la tension à laquelle peuvent être soumis les muscles, a une influence très-grande sur la contraction de ceux-ci. On comprend facilement toute l'importance de cette donnée pour la position à donner aux membres dans les cas de fractures et de luxation. S'il s'agit de fractures, il faudra faire en sorte, pour que la coaptation des fragments persiste, qu'aucun muscle ne soit

plus tiraillé que les autres, et pour cela il suffira de placer le membre dans une position intermédiaire à la flexion et à l'extension. S'il s'agit de luxations à réduire, il faudra mettre, autant que possible, les muscles tiraillés dans une position raccourcie, et l'extension devra porter exclusivement sur les muscles raccourcis (Malgaigne).

On peut encore rattacher aux excitations mécaniques les diverses manœuvres employées dans le massage, et qui consistent en des malaxations de tout genre. Ces manœuvres, toutefois, n'ont d'effets utiles qu'en agissant sur la nutrition des muscles, et paraissent principalement rendre à ceux-ci leur tonicité, alors qu'ils ont été épuisés par des exercices violents.

Excitants chimiques. — On appelle ainsi toutes les substances qui, agissant chimiquement sur les muscles, mettent en jeu leur contraction. Les excitants de cet ordre sont nombreux. Nous citerons seulement les suivants : le chlorure de sodium concentré ou dilué, la bile, les acides énergiques, la glycérine, l'acide lactique, les vapeurs ammoniacales, etc. Quelques auteurs ont contesté que les agents chimiques agissent directement sur la contractilité, et ont pensé qu'ils ne donnaient lieu à la contraction du muscle qu'en portant primitivement leurs effets sur les fibres nerveuses motrices de celui-ci. C'était en particulier l'opinion de Wundt. Cet auteur se reposait, d'une part, sur ce que le sel marin, mis en contact avec les muscles d'une grenouille empoisonnée par le curare, ne donnait plus lieu à des contractions, comme avec les muscles d'un animal sain; d'autre part, sur ce que le sel marin avait moins d'action quand on le plaçait à la surface d'un muscle que quand on le déposait au niveau du point d'entrée du nerf. Mais M. Kühne a montré que le résultat de cette dernière expérience tenait à ce que le muscle était plus protégé à sa surface contre l'action du sel marin par le tissu cellulaire, que dans le point où le nerf pénètre dans le muscle. M. Kühne a de plus fait voir que la plupart des agents chimiques acides, alcalins, sels neutres, agissaient aussi bien sur les muscles que sur les nerfs, et même que le muscle était souvent plus excitable que le nerf. Ainsi, l'acide chlorhydrique et l'acide azotique dilués n'agissent plus sur les nerfs, alors qu'ils agissent sur les muscles, de même, l'acide acétique, l'acide lactique, le sel marin, le chlorure de potassium. Enfin, cet auteur a démontré que les sels métalliques qui, appliqués sur les nerfs, mortifient le nerf amènent, au contraire, la contraction du muscle quand on les applique sur celui-ci.

Excitants physiques. — Les excitants physiques de la contractilité musculaire comprennent : l'électricité, la température (chaleur et froid), la lumière.

Électricité. — Avant d'étudier cet agent d'excitation si utile au médecin et au physiologiste, nous croyons devoir dire quelques mots des appareils électriques généralement employés.

En médecine comme en physiologie, rarement on fait usage de l'électricité à

l'état statique, comme celle qui est fournie par la machine électrique ou la bouteille de Leyde. Aujourd'hui on n'emploie guère que l'électricité dynamique.

Sous ce titre on comprend trois sortes de courants : les courants voltaïques continus, les courants interrompus marchant toujours dans le même sens, et les courants d'induction.

COURANTS VOLTAÏQUES CONTINUS. — Ces courants sont obtenus avec les piles de Daniell, de Grove, de Bunsen.

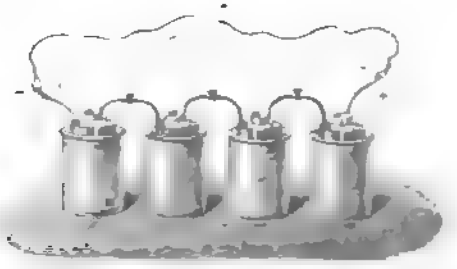


FIG. 154. — Pile de Daniell (*).

La pile de Daniell est préférable à celle de Grove, pour la constance du courant, la pile de Bunsen l'emporte sur les autres pour l'intensité des courants.

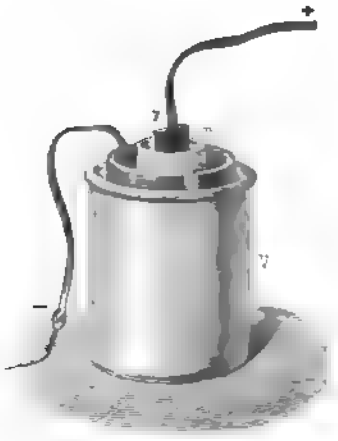


FIG. 155. — Élément de pile de Grove.

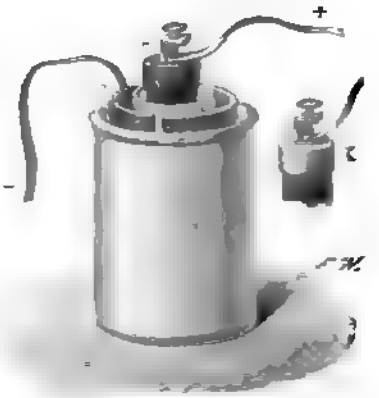


FIG. 156. — Élément de pile de Bunsen (**).

Remak faisait usage, dans sa pratique médicale, d'un appareil qui est généralement employé aujourd'hui. Il consiste en un certain nombre d'éléments composés

(*) Un élément de pile de Daniell se compose 1° d'un vase de verre ou de faïence contenant de l'acide sulfurique étendu d'eau, 2° d'une lame de zinc amalgamée, repliée sur elle-même, qui plonge dans un liquide acide et qui forme l'un des pôles du couple; 3° d'une lame de cuivre qui forme l'autre pole du couple. Cette lame e t contenue dans un vase de terre poreuse qui plonge dans le liquide acide et qui contient une solution saturee de sulfate de cuivre La lame de zinc est le pôle negatif, la lame de cuivre le pôle positif. La figure 154 représente plusieurs couples de Daniell dont les éléments nécessaires sont réunis en joignant, à l'aide de vis de pression, les rubans métalliques dont leurs pôles sont garnis.

(**) Fig. 155 et 156. — Z, zinc amalgamé plongeant dans l'acide sulfurique étendu que contient le vase V; D, vase de terre poreuse contenant de l'acide azotique; P, lame de platine; C, cylindre de charbon de cornue; b, cylindre de charbon du couple de Bunsen assujetti dans un collier de cuivre qui sert à le faire communiquer avec le couple voisin.

de la manière suivante : dans un flacon de verre se trouvent au fond du sulfate de cuivre en cristaux et en solution, puis une voûte d'argile recouverte de papier mâché, le tout surmonté d'un cylindre de zinc. Cette pile a l'avantage de donner un courant constant et peu variable, et de n'exiger un nettoyage que tous les huit ou dix mois.

On fait souvent usage, dans les recherches de laboratoire, d'une petite pile très-simple, construite sur le type de la pile à colonne. Pulvermacher, qui l'a inventée,

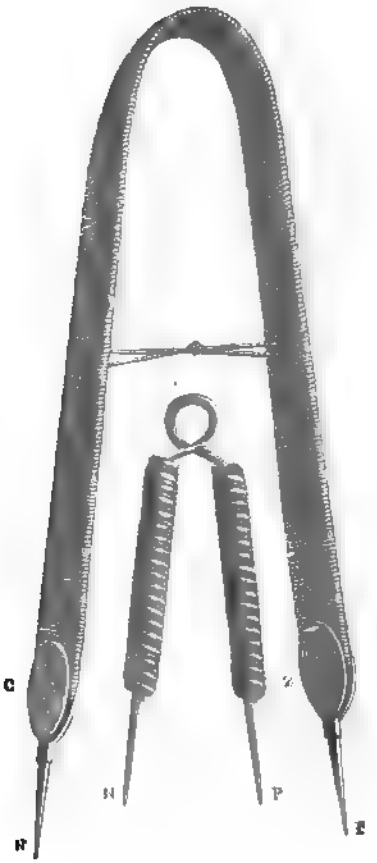


Fig. 157. — Pile de Pulvermacher.

lui a donné la forme d'une pince pour rendre son emploi plus facile. Elle est constituée simplement par des éléments, zinc et cuivre, enroulés l'un au-dessus de l'autre autour d'une tige de bois, et se terminant, l'un à une extrémité de la pince, l'autre, à l'autre extrémité. Pour déterminer un courant, il suffit de plonger cette pile dans du vinaigre étendu d'eau ; le pôle positif P correspond au cuivre, le pôle négatif N au zinc.

Courants interrompus marchant dans le même sens. — Pour obtenir ces courants on place sur le trajet des rhéophores d'une pile voltaïque une roue dentée. Cette roue est mise en communication permanente avec l'un des pôles, et les dents viennent successivement toucher un ressort communiquant avec l'autre pôle.

COURANTS D'INDUCTION. — Ces courants prennent origine, soit dans une pile, soit dans un aimant, les premiers sont appelés *électro-dynamiques*, les seconds *électro-magnétiques*. La figure 158, empruntée, ainsi que les deux autres qui suivent, au *Traité de physique* de M. Fernet, est destinée à rappeler les circonstances dans les-

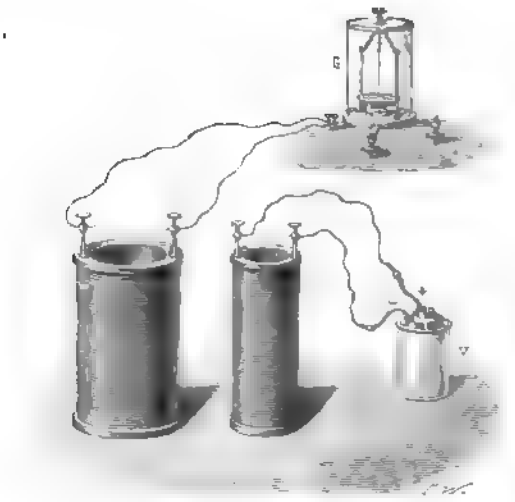


FIG. 158.

quelles les courants voltaïques ordinaires donnent naissance à des courants d'induction. A et B sont deux spirales cylindriques ou bobines, composées chacune d'un fil de cuivre entouré de soie, et enroulé dans le même sens sur un cylindre creux de bois ou de carton. Les deux bouts du fil des deux bobines se terminent à des boutons métalliques, sur lesquels on peut fixer sur la bobine B les conducteurs d'un galvanomètre, sur la bobine A les conducteurs d'une pile. Supposons maintenant que l'on place la bobine A dans la cavité de B, un des fils conducteurs de la pile ayant été détaché de la première; si ensuite on forme le circuit, immédiatement l'aiguille du galvanomètre sera déplacée de sa position d'équilibre, mais elle reviendra au bout de peu de temps après avoir subi une série d'oscillations.

Cette expérience démontre évidemment que, à l'instant où le courant de la pile ou *courant inducteur* s'établit dans le fil A, un autre courant ou *courant induit* se développe dans le fil B; le sens de la déviation de l'aiguille montre d'ailleurs que le courant induit est de sens contraire au courant inducteur. Si maintenant, lorsque l'aiguille est revenue au zéro, on interrompt le courant de la pile, l'aiguille du galvanomètre éprouve une nouvelle déviation en sens inverse de la première, il s'est donc développé un courant induit de même sens que le courant inducteur.

La figure 159 est destinée à faire comprendre les courants électro-magnétiques. B est une spirale cylindrique dont le circuit est complété par le fil du galvanomètre G. Dans l'intérieur de cette spirale on place un barreau de fer doux N, et l'on approche vivement de son extrémité supérieure l'un des pôles d'un aimant M. Aussitôt le barreau N s'aimante par influence. En même temps l'aiguille du galvanomètre reçoit une vive impulsion, elle oscille un certain nombre de fois, puis revient se fixer au zéro, où elle demeure aussi longtemps que l'aimant M reste immobile. Le sens du courant induit qui a traversé la spirale B est indiqué par le sens de la déviation de l'aiguille. On constate qu'il est inverse de celui des courants que l'aimantation a développés dans le barreau de fer doux N. Si l'on retire rapidement M, le

magnétisme du fer doux disparaît, et l'aiguille accuse un courant induit direct, c'est-à-dire de même sens que les courants qui existaient dans le fer doux.

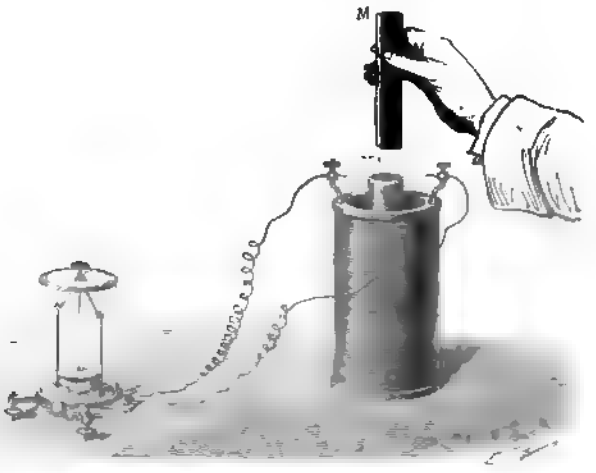


FIG. 159.

Pour augmenter l'intensité des courants volta-électriques, on fait en général usage du fer doux placé dans le centre d'une bobine. A l'instant où s'établit (fig. 160) la

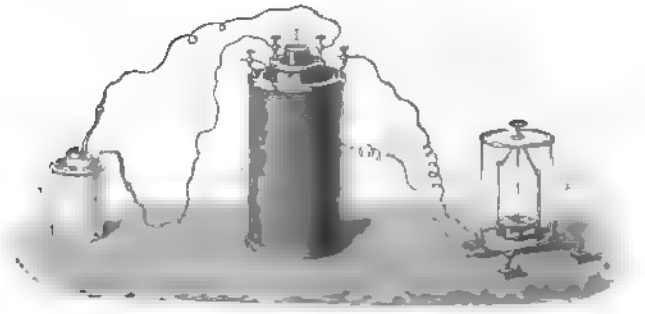


FIG. 160.

communication entre la spirale A et le couple voltaïque V, il se produit dans le fil B un courant d'induction inverse. En même temps le fer doux D s'aimante comme un électro-aimant ordinaire, et ses courants particulaires sont alors dans le même sens que ceux de la spirale. Ce magnétisme naissant développe de son côté, dans le fil B, un courant d'induction dont le sens est inverse de celui de ses courants particuliers; donc, dans le fil B, le courant induit volta-électrique et le courant magnéto-électrique sont de même sens, et, comme ils se produisent au même instant, leurs intensités se surajoutent.

Nous emprunterons à la thèse de M. Le Roux la courte description suivante des appareils les plus généralement employés en médecine.

APPAREIL DE DU BOIS-REYMOND OU DE SIEMENS ET HALSKE. — Le courant de la

pile arrive (fig. 161) par les deux bornes A A', traverse l'électro-aimant D et la bo-

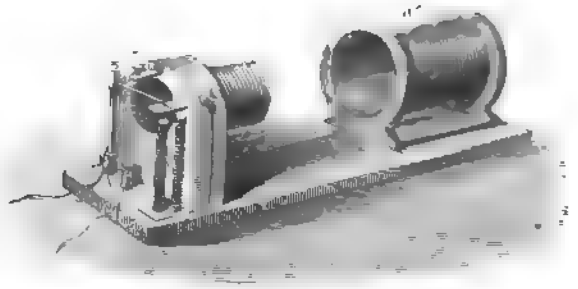


Fig. 161.

bine inductrice B; les pièces E, r, a, constituent un trembleur de Neef. On peut recueillir le courant inducteur ou extra-courant.

Une seconde bobine B', recouverte d'un fil, peut recouvrir complétement la première ou s'en éloigner à une assez grande distance. Elle est le siége du courant induit. La bobine inductrice renferme des fils de fer doux dont on peut faire varier le nombre pour graduer encore d'une autre manière les effets.

Appareil portatif de M. Duchenne (de Boulogne). — Cet appareil se compose (fig. 162) d'une bobine longue de 6 centimètres, formée par deux hélices superpo-

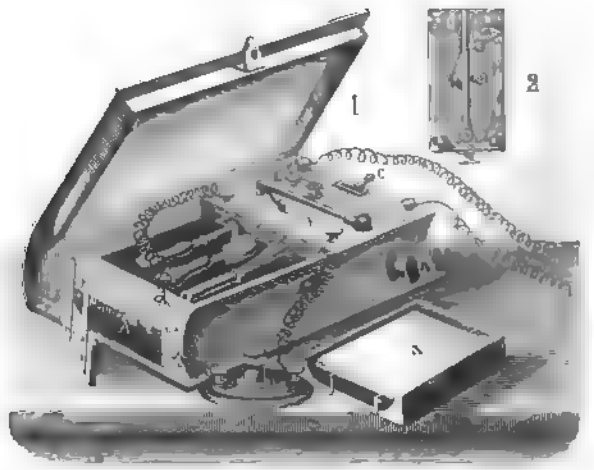


Fig. 162.

sées, l'une à fil gros (1/2 mill. de diamètre) et court (60 mètres), l'autre à fil fin (1/2 mill. de diamètre) et long (300 mètres), d'un fer doux constitué par une plaque de fer-blanc roulée en hélice et placée dans l'axe de la bobine; d'un tube gradu-teur D; d'un commutateur des hélices C; d'un trembleur E et d'un rhéotome I., pour les intermittences lentes.

Un couple au bisulfate de cuivre représenté en Z se loge dans le compartiment A. Cet appareil donne à volonté le courant inducteur et le courant induit.

G est une pédale rhéotome indépendante qu'on emploie dans le cas où l'on veut produire des intermittences isolées ; on la fait mouvoir avec le pied.

Appareil de M. Morin. — Cet appareil est un des plus commodes pour la pratique civile, aussi est-ce celui qui est généralement préféré.

La figure 163 donne la vue d'ensemble de l'appareil de M. Morin : H, est une planchette sur laquelle se fixe l'appareil d'induction proprement dit.

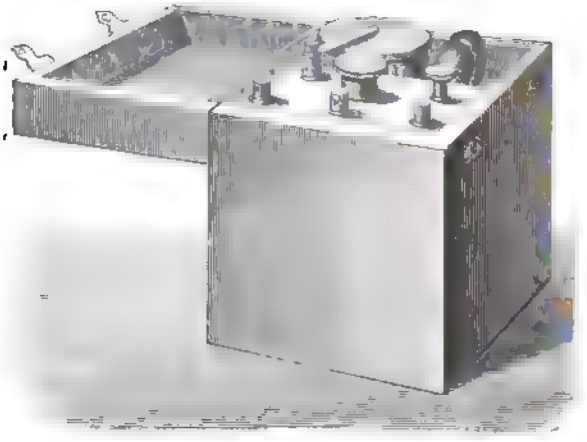


Fig. 163.

Les fig. 164 et 165 montrent le système de la bobine ; la première est vue extérieurement de face, la seconde en coupe. D est un tube de fer-blanc, que l'on peut retirer à

Fig. 164.

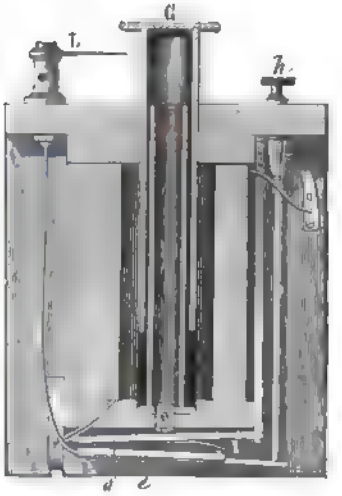


Fig. 165

volonté ainsi que les diverses tiges de fil de fer. G est une chemise mobile de cuivre qui sert de graduateur. Vient ensuite le fil fin ou fil induit ; le fil gros ou fil inducteur est placé extérieurement. En *e* est une masse de fer taraudée dans le bois de la bo-

bine ; elle s'aimante sous l'influence du courant et attire le contac *d* ; celui-ci est formé par une lame de fer doux articulée à l'extrémité d'une autre lame du même métal *a*, placée latéralement à la bobine, de manière à s'aimanter sous l'influence du courant inducteur et accroître ainsi l'attraction. Il n'y a pas de ressort antagoniste, c'est la pesanteur qui en remplit l'office. Le contact *d* porte une petite lame de platine qui vient frapper une pointe de même métal, dont la distance se règle au moyen de la tige terminée par le bouton *h*. Le même bouton, après qu'on lui a fait faire un certain nombre de tours, sert à produire des interruptions espacées au gré de l'opérateur.

En L est un levier mobile et flexible qui sert à établir la communication de la bobine avec la pile ; à cet effet, il vient porter sur une tige de platine fixée dans le charbon de cette pile.

Celle-ci se compose d'une enveloppe de cuivre doublée d'un zinc épais, puis d'un vase poreux dans lequel se trouve un charbon de cornue. On met de l'acide azotique ou du bichromate de potasse en dedans du vase poreux et de l'eau pure en dehors. Un couvercle de gutta-percha ferme à peu près hermétiquement tout ce système.

Cette pile offre des inconvénients inhérents à l'emploi de l'acide nitrique, mais elle a l'avantage de donner une quantité notable d'électricité, de pouvoir être montée à l'avance, de rester plusieurs heures en action et, enfin, d'être démontée à loisir.

L'appareil de M. Morin peut être regardé comme disposé de manière à donner des courants où la quantité est un des éléments de la question, tandis que dans les petits appareils portatifs, c'est surtout vers la tension que se portent les efforts des constructeurs ; dans le but d'atteindre la limite moyenne d'effet fixée par la sensibilité de nos organes, son auteur s'est efforcé, suivant son expression, de construire, non pas seulement un appareil à secousses, mais un instrument vraiment physiologique.

Cet appareil donne l'extra-courant, le courant induit et la somme des deux. M. Morin paraît avoir été le premier à employer cette combinaison.

Appareil de M. Gaiffe (fig. 166). — La pile et la bobine d'induction occupent deux

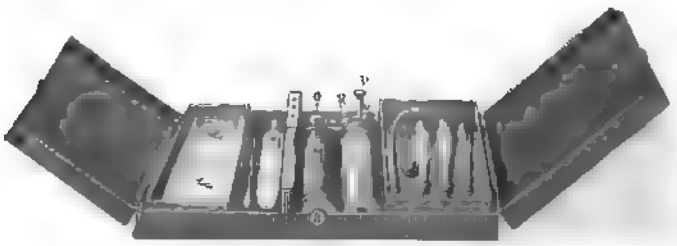


Fig. 166.

compartiments séparés, s'ouvrant indépendamment l'un de l'autre. La pile se compose de deux éléments, zinc et bisulfate de mercure, renfermés dans un bac de caoutchouc durci, dans le fond duquel sont incrustées deux plaques de charbon de cornue. Des fils de platine destinés à établir la communication sont noyés dans le mercure et font saillie au dehors ; les deux zincs se posent à plat sur des repos ménagés à cet effet, et il n'y a pas à se préoccuper autrement de l'établissement des communications. L'appareil donne l'extra-courant et le courant induit, et, si l'on veut, la somme des deux. Les communications sont d'autant plus faciles à établir que M. Gaiffe a eu l'utile précaution de marquer de signes indiquant le sens du courant, les trous où s'enfoncent les extrémités des rhéophores.

L, petit bac de caoutchouc durci contenant les éléments de la pile; K, tube contenant une provision de bisulfate de mercure; M, bobine d'induction; R, bouton du tube graduateur; O, Q, pièces du trembleur; P, bouton sur lequel on appuie pour produire les interruptions isolées; N, cylindres manipules; T, excitateurs divers.

Nous examinerons successivement l'influence des courants voltaïques et des courants d'induction sur la contractilité musculaire.

L'électricité dynamique ne produit d'action constante sur les muscles qu'à l'instant de l'établissement ou de la rupture du courant; tant que le courant traverse les muscles, il est sans effet sur leur contractilité. C'est que les muscles, de même, du reste, que les nerfs, ne sont stimulés par l'électricité qu'autant qu'il se produit une variation brusque de l'état électrique. M. du Bois-Reymond a démontré cette proposition par l'expérience suivante, que nous empruntons à l'ouvrage de M. Marey sur le mouvement. Entre deux bornes de métal est tendu un fil métallique, assez fin pour créer une résistance au passage de l'électricité. Le fil traverse un tube de fer fermé par deux bouchons remplis de mercure; ce tube est donc en communication électrique permanente avec le fil. Les deux pôles d'une pile sont mis en rapport l'un avec le tube de fer et l'autre avec les bornes entre lesquelles le fil est tendu. On peut donc, en faisant glisser le tube sur le fil dans un sens ou dans l'autre, augmenter ou diminuer la longueur du fil résistant, et par conséquent faire varier l'intensité du courant de la pile. Que l'on suppose ce courant appliqué au nerf d'une grenouille qui devra être excité par ses variations; si l'on déplace avec la main le tube qui glisse sur le fil, on ne peut pas lui imprimer de mouvements assez rapides, et par suite on ne fait pas varier assez subitement l'intensité du courant de la pile pour produire une excitation du nerf de la grenouille. Mais du Bois-Reymond a réussi à exciter ce nerf en imprimant au tube des glissements d'une grande rapidité au moyen de la disposition suivante : Ce tube est attaché à un ressort à boudin qui tend à le rapprocher de la borne qui représente l'autre pôle de la pile. On éloigne alors le tube en tendant le ressort, et on le fixe au moyen d'une sorte de crochet-détente; dans cette position, la résistance du fil est à son maximum, et le courant de la pile est très-faible. A un moment donné, on presse sur la détente; le tube, sous l'action du ressort, franchit toute la longueur du fil avec une extrême rapidité; le courant passe de son minimum à son maximum d'intensité dans un si court espace de temps, que le nerf de la grenouille reçoit une contraction et que la patte fournit une secousse.

M. Duchenne (de Boulogne) a réalisé sur lui-même une expérience du genre de celle que nous venons d'indiquer. Il s'est assuré que le courant continu constant, et le plus intense qui traversait longitudinalement un de ses membres, produisait des contractions fibrillaires et oscillatoires, si l'on procède de manière que la contraction soit très-faible, le courant étant ensuite augmenté rapidement jusqu'à son maximum. Ces résultats ont été obtenus avec une pile de 120 couples de Bunsen.

Les courants voltaïques, par conséquent, ne produisent l'excitation des muscles que quand il se produit des variations brusques dans l'état électrique. Il est vrai de dire cependant que Pflüger a constaté que le courant voltaïque qui traversait un nerf de grenouille pouvait donner lieu à une excitation capable d'amener dans les muscles un état tétanique. Du Bois-Reymond a expliqué ce fait par une action chimique par électrolyse, déterminée par le courant; les produits de cette électrolyse seraient, selon cet auteur, les agents immédiats de stimulation du nerf et non le courant lui-même.

Quand le courant galvanique traverse les muscles d'une manière intermittente, alors il agit à la façon des courants d'induction; selon M. Duchenne (de Boulogne), il posséderait même sur la contractilité musculaire une puissance physiologique infiniment plus grande que ces derniers.

Les deux pôles du courant continu n'ont pas une égale intensité d'action sur la contraction des muscles; Ritter, déjà, avait signalé que le pôle négatif déterminait une saillie du muscle et le pôle positif une dépression; mais M. Vulpian a surtout fixé son attention sur ce point. Il y a vu qu'en plaçant le pôle zinc ou négatif d'une pince de Pulvermacher sur des cuisses non dépouillées de grenouilles, les muscles de cette cuisse se contractaient plus fortement qu'en y plaçant le pôle cuivre; de plus, sous l'influence du pôle zinc, il se produisait une sorte de nœud musculaire; sous l'influence du pôle cuivre, rien de semblable ne se montrait; au contraire, les divers points qui avoisinaient la partie excitée semblaient s'éloigner de celle-ci, quoique cependant, comme avec le pôle cuivre, le raccourcissement ait lieu. Pour obtenir ces résultats, il est nécessaire d'opérer sur des grenouilles mortes ou mourantes, dont la contractilité est notablement diminuée, soit naturellement, soit par l'action d'un poison. Nous verrons du reste, à propos de l'influence de l'électricité sur le système nerveux, que l'effet du pôle négatif sur les nerfs est toujours plus considérable que celui du pôle positif.

Les courants d'induction sont constitués par des courants qui se succèdent rapidement et ayant des directions contraires; l'état électrique avec ces courants est d'un instant à l'autre, par conséquent, toujours variable; aussi, appliqués sur le muscle, ils produisent une série de décharges qui se succèdent rapidement, et donnent lieu, comme nous le savons, à autant de secousses qui tendent à se fusionner d'autant plus que les intermittences sont plus rapides. Toutefois, les effets n'ont pas une égale intensité, suivant qu'on fait usage du courant inducteur ou extra-courant ou du courant induit. Les effets du second sont beaucoup plus forts que ceux du premier; de plus, le courant induit pénètre plus profondément dans les tissus (Duchenne, de Boulogne).

Nous signalerons ici un phénomène propre à l'électricité, c'est que l'électricité place les muscles dans un état inverse de celui où ils se trouvent avant son application; c'est-à-dire que si un muscle est à l'état de

repos, le courant électrique fera contracter le muscle, tandis que si le muscle est contracté, l'électricité appliquée sur celui-ci fera cesser la contraction; ainsi, que l'on galvanise le cœur, et celui-ci s'arrêtera; que l'on dépose sur un nerf de grenouille du sel marin de façon à produire par ce sel un véritable état tétanique des muscles qui correspondent au nerf, on dissipera cet état à l'aide d'un courant électrique qui traversera celui-ci.

Cette loi ne peut être cependant complétement généralisée, car la faradisation pratiquée sur les muscles de la face, convulsés dans les cas de paralysie rhumatismale, est sans effet sur ces sortes de contractures. Il en est de même quand il s'agit de contractures hystériques, de spasmes fonctionnels. Elle a réussi cependant, entre les mains de M. Duchenne (de Boulogne) dans certains cas de torticolis. M. Duchenne, dans les cas de contractures, semble préférer à la faradisation des muscles convulsés celle de leurs antagonistes. Il est probable que les quelques succès obtenus par ces deux moyens tiennent à la même cause, la fatigue des muscles, sous l'influence, dans le premier cas, d'une contraction exagérée par le courant électrique, dans le second cas, sous l'influence de l'élongation à laquelle les muscles convulsés sont soumis de la part des muscles antagonistes galvanisés. Disons cependant que l'application des courants continus a réussi aussi dans des circonstances analogues aux précédentes. Ainsi, par ce moyen, M. Matteucci a fait disparaître des contractures tétaniques chez un sujet atteint de cette affection, et l'a guéri. Remak, aussi, a obtenu quelques succès dans certains cas de contractures musculaires partielles.

Quand l'électricité est employée comme agent thérapeutique, en général, c'est plutôt à la diminution de contractilité des muscles qu'elle s'adresse, qu'à son exagération, et, dans le premier cas, les courants continus, comme les courants intermittents, ont donné nombre de bons résultats dans des conditions en apparence identiques. Il est difficile, dans l'état actuel de la science, de dire la manière dont ces deux sortes de courants interviennent pour rendre aux muscles leur contractilité; sans doute, l'un et l'autre agissent sur les phénomènes de nutrition auxquels la contractilité musculaire est subordonnée, mais il est probable que l'un, le courant continu, agit surtout directement sur les phénomènes chimiques qui constituent la nutrition, que l'autre, tout en atteignant ce même résultat augmente encore l'intensité de ces phénomènes par la mise en jeu répétée de la contraction du muscle, cette contraction activant, comme nous le savons, la circulation du sang dans l'intérieur de celui-ci.

Toutefois, il ne faudrait pas, dans les résultats thérapeutiques obtenus sur les muscles avec l'électricité, rapporter les effets avantageux de cet agent à une influence exclusive sur la fibre musculaire. Dans les muscles il y a des filaments nerveux, des vaisseaux capillaires que l'électricité influence aussi d'une façon tout aussi efficace, sans doute, pour le

but à atteindre que la fibre musculaire. On conçoit donc qu'il soit difficile de faire la part respective de ces influences multiples, exercées sur les divers éléments du muscle par l'électricité.

Calorique. — On a distingué les muscles en thermo-systaltiques et en athermo-systaltiques, suivant qu'ils sont influencés ou non par le calorique. Sous l'influence d'une élévation de température, l'estomac, les intestins, le cœur, l'utérus à l'état de gestation, le dartos, se contractent, même après la mort. Les muscles de la vie organique sont, par conséquent, thermo-systaltiques. L'iris l'est aussi; mais cette membrane présente cette particularité curieuse signalée pour la première fois par Haller, et bien étudiée dans ces derniers temps par M. Brown-Séquard, c'est que, quand elle est exposée à une température froide ou élevée, la pupille prend toujours une disposition inverse de celle qu'elle avait avant l'expérience. Ainsi, si l'on place un œil de mammifère ou d'oiseau, séparé de l'orbite, dans de l'eau froide ou de l'eau chaude, si la pupille est contractée au moment de l'immersion, elle se dilatera pendant l'immersion; si, au contraire, elle est dilatée, elle se contractera.

Les muscles des membres et, en général, les muscles de la vie animale sont athermo-systaltiques; ils n'entrent pas en action sous l'influence de la chaleur. L'irritabilité est seulement diminuée par le froid, augmentée par la chaleur. Chez le fœtus, la propriété thermo-systaltique existe pour tous les muscles indistinctement.

Certains auteurs pensent que, chez l'homme, une température anormale et supérieure d'un certain nombre de degrés à la température habituelle, peut, si elle dure un certain temps, amener dans les muscles des modifications de nutrition importantes, et par cela même diminuer notablement leur contractilité; c'est à cette cause que Liebermeister rapporte les atrophies aiguës observées dans la fièvre typhoïde, le typhus, la scarlatine, la fièvre intermittente. Cet auteur croit même que la dégénérescence du cœur existe dans tous les cas où la fièvre produit pendant un temps assez long une élévation notable de la température. Il rapporte plusieurs cas dans lesquels, pendant plusieurs jours, on constata une température de plus de 40 degrés, et dans lesquels le cœur fut trouvé graisseux.

Lumière. — La lumière, malgré son impondérabilité, est pour un muscle au moins, l'iris, un agent d'excitation. C'est à M. Brown-Séquard qu'est due la connaissance de ce fait; il a fait voir que chez un grand nombre de reptiles, de poissons, la pupille retirée de l'orbite, et exposée à la lumière, se rétrécissait. Ainsi, que l'on place devant une fenêtre bien éclairée directement deux yeux de grenouilles, l'un masqué par un écran, l'autre exposé aux rayons de la lumière solaire, et l'on remarquera, au bout de peu de temps, une différence dans le diamètre des deux pupilles. Celle de l'œil masqué par l'écran sera bien plus rétrécie que l'autre. Le même phénomène se constate d'une façon plus évidente

encore en plaçant un œil sous un vase opaque, l'autre œil étant exposé à la lumière (fig. 167).

La lumière des nuées, même les jours où le ciel est couvert, et la lumière de la lune, pendant les huit ou dix jours de son plus grand éclat, suffisent pour déterminer une contraction de la pupille.

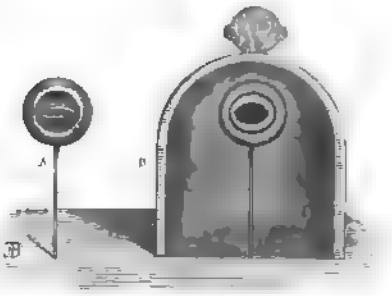


Fig. 167 (*).

M. Brown-Séquard s'est assuré que, dans ces expériences, c'étaient bien les rayons lumineux qui agissaient et non les rayons calorifiques, en faisant passer la lumière à travers un corps athermane, tel qu'un morceau d'alun. Dans cette condition, le resserrement de la pupille s'effectuait tout aussi bien qu'en l'absence du corps athermane. D'autre part, cet auteur a constaté qu'une lame métallique couverte de suie, et chauffée suffisamment pour qu'on puisse élever la température de l'iris à peu près autant que le fait la flamme d'une bougie, n'opérait pas de resserrement.

Enfin, M. Brown-Séquard a démontré que la présence de la rétine n'était pas indispensable à la production de ce phénomène, en séparant la moitié antérieure d'un œil de grenouille ou d'anguille de la moitié postérieure, et en exposant cette dernière à la lumière; la pupille, dans ce cas, se contractait encore tout aussi bien que quand la rétine était conservée.

M. Brown-Séquard a pu, sous l'influence de la lumière, déterminer la contraction de la pupille, non-seulement dans les yeux de poissons et de reptiles, mais encore dans les yeux de mammifères et d'oiseaux retirés de l'orbite; seulement, l'effet ne se faisait sentir que d'une façon très-lente. Disons enfin que Harless a montré que la lumière était capable de produire après la mort un resserrement de la pupille, même chez l'homme.

Excitants toxiques. — Parmi les poisons introduits dans le torrent circulatoire, on n'en a point encore trouvé qui puissent être considérés comme des excitants directs de la contractilité musculaire.

Les poisons qui amènent des convulsions, tels que la strychnine, la brucine, la nicotine, la picrotoxine, ne produisent cet effet qu'en agissant primitivement sur les centres nerveux. Il est facile de le prouver en faisant la section des nerfs sur un animal tétanisé par un de ces agents; aussitôt la section faite, les muscles retombent dans le relâchement le plus absolu.

Vératrine. — Si aucun poison ne paraît exciter les muscles, il en est

(*) Forme que prend la pupille de l'œil d'une grenouille exposé à la lumière A, placé sous un vase opaque B.

un, au moins, qui augmente leur excitabilité, c'est-à-dire qui les rend plus sensibles à l'action des excitants. Ce poison est la vératrine. Ainsi que l'a fait voir M. Prévost (de Genève), la vératrine, injectée sous la peau d'un animal, donne aux muscles une irritabilité telle que toute excitation leur arrivant des centres ou des cordons nerveux, si légère qu'elle soit, place les muscles dans un état de contraction assez semblable à celui du tétanos.

Fig. 168. — Grenouille empoisonnée par la strychnine (*).

Pour démontrer que le poison n'agit pas sur la moelle, on enlève la moelle à des grenouilles avant de les empoisonner; quand l'empoisonnement s'est effectué, les contractures ne se produisent plus que si l'on excite artificiellement les muscles ou les nerfs qui se rendent à ceux-ci. Pour démontrer que la vératrine n'agit pas sur les troncs nerveux, on empoisonne d'abord un animal avec le curare de façon à annuler l'action des filaments nerveux moteurs périphériques, puis on place sous la peau de l'animal curarisé de la vératrine et, au bout de peu de temps, on constate que les muscles entrent en convulsion dès qu'on les touche, quoique cependant les troncs nerveux excités restent absolument sans effet sur ceux-ci.

On peut aussi lier l'aorte au niveau de sa bifurcation, ou les deux artères iliaques à leur terminaison avant d'empoisonner la grenouille par la vératrine; quand l'empoisonnement est effectué, les membres postérieurs ne présentent dans la contraction volontaire rien d'anormal, tandis que le train antérieur est le siége de contractures qui succèdent au mouvement commandé par la volonté, preuve évidente que le poison n'agit pas sur la moelle, ni sur les troncs nerveux de la patte situés au-dessus des ligatures des artères iliaques.

Il n'est pas nécessaire que la vératrine pénètre dans le torrent circulatoire pour augmenter la contractilité des muscles. L'effet se réalise encore si l'on place le poison au contact des muscles d'une grenouille qui vient de mourir; au bout d'un temps assez court, les muscles touchés par la vératrine se convulsent sous l'influence du moindre excitant.

En général, les poisons qui agissent sur la contractilité musculaire tendent plutôt à la diminuer ou à l'éteindre. Il est toutefois une cause

(*) Tétanos strychnique chez la grenouille

d'erreur que nous devons signaler dans les cas où l'on porte des poisons dissous dans l'eau sur les muscles directement. L'eau seule, mise en contact avec ceux-ci, leur fait perdre leur contractilité, et pour cela, il suffit, pour des muscles de grenouilles, de 30, 40, 50 minutes. Il faut donc tenir compte de ce fait pour ne pas rapporter à la substance toxique les effets propres du liquide qui la tient en dissolution. Il faut bien distinguer aussi le cas où la contractilité musculaire doit sa diminution à un épuisement provoqué par des convulsions que le poison aurait provoquées dans les muscles. Ainsi, en essayant avec le galvanisme les muscles

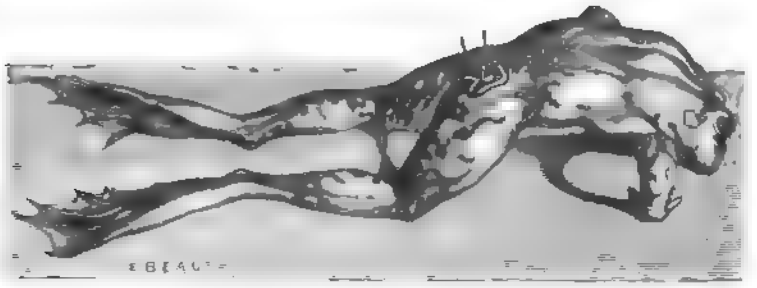


Fig. 109. — Grenouille empoisonnée par la vératrine (*).

d'animaux empoisonnés par la strychnine, la nicotine, on constate que l'excitabilité se perd rapidement; or, ce fait n'est pas la conséquence de l'action directe du poison sur l'irritabilité, mais bien de l'épuisement déterminé par les convulsions. La manière de le démontrer consiste à empoisonner un animal par le curare, puis par le poison convulsivant. Dans ce cas, le poison est bien absorbé, mais il ne peut plus faire entrer les muscles en convulsion, vu que les extrémités des filaments moteurs de ceux-ci sont empoisonnées par la première substance. Or, dans cette condition, le poison ne détermine plus de diminution de l'irritabilité dans aucune partie du système musculaire.

Sulfo-cyanure de potassium.—Ce sel est un de ceux qui font perdre aux muscles le plus rapidement leur contractilité, soit qu'il ait pénétré dans le torrent circulatoire, soit qu'il ait été appliqué directement sur les muscles après la mort. C'est surtout en amenant la rigidité cadavérique dans un temps très-court, que le sulfo-cyanure de potassium abolit la contractilité musculaire; il en est de même de tous les sels de potasse (Claude Bernard). Les sels de soude ne produisent pas le même effet, non plus que les sels de rubidium, quoique cependant ces derniers aient la plus

(*) Grenouille empoisonnée par la vératrine, et à laquelle on a lié l'aorte à la partie inférieure. La contraction volontaire chez cet animal a été suivie dans les membres antérieurs de convulsions; les membres postérieurs, au contraire, qui, par le fait de ligature de l'aorte, n'ont pu recevoir de vératrine, ne se sont nullement convulsés. Ils se sont simplement fléchis; après quoi ils ont été mis par la main de l'expérimentateur dans la position demi-fléchie.

grande analogie chimique avec les sels de potasse, ainsi que l'a fait voir M. Grandeau.

Upas antiar. — Cette substance a surtout été bien étudiée par Sir Benjamin Brodie, Sharpey, Kölliker et Pelikan. Son introduction dans le tissu cellulaire arrête les battements du cœur après un temps très-court, qui varie avec la dose de poison introduite, la vitalité de l'animal et l'activité de la circulation.

Dans les muscles de la vie animale, l'irritabilité musculaire est manifestement diminuée d'abord, et complétement éteinte au bout d'un certain temps. Les nerfs moteurs conservent pendant longtemps leur excitabilité. L'action de l'*upas antiar* sur le cœur et sur les muscles paraît indépendante du système nerveux central. En effet, les battements du cœur s'arrêtent aussi bien sur une grenouille dont la moelle épinière et la moelle allongée ont été préalablement détruites que sur une grenouille qui n'a subi aucune préparation. L'action locale du poison est démontrée par ce fait, que le membre sur lequel le poison a été appliqué perd son irritabilité plus tôt que celui qui recevait le poison seulement par l'intermédiaire de la circulation.

Corroval, vao et tanghin. — Ces poisons, dont l'origine est encore inconnue, auraient à peu près les mêmes propriétés que l'*upas antiar*. Les recherches de MM. Hammond et Mitchell ont fait voir que le corroval agissait très-rapidement sur le cœur dont il détruit l'irritabilité ; chez les grenouilles, en quelques minutes, il cesse de battre. Le vao agit de la même façon, mais avec moins d'énergie. Le tanghin détermine également la cessation des mouvements du cœur et ne produit qu'assez longtemps après la paralysie des muscles volontaires. Le ventricule reste dans un état de contraction permanente (Kölliker et Pélikan).

Digitaline. — Les avis sont bien partagés sur le mode d'action de la digitaline, dont les effets portent surtout sur le muscle cardiaque; les uns, en effet, croient qu'elle exerce sur le cœur une action sédative, les autres une action stimulante; et, parmi les partisans de la première opinion, les uns pensent que la digitaline agit sur la fibre musculaire directement pour la paralyser, d'autres sur les nerfs qui l'animent, d'autres, enfin, sur les centres nerveux. Nous nous contenterons de rappeler ici une expérience due à M. Vulpian, qui démontre que sur les grenouilles, du moins, le système nerveux peut bien être étranger à l'action qu'exerce la digitaline sur le cœur.

Cet auteur a empoisonné des grenouilles avec du curare, et une heure après la mort apparente de ces animaux, il a mis à nu leurs cœurs qui battaient de la même façon que s'ils eussent été vivants; puis, il a fait passer sous la peau de la région dorsale une petite quantité de digitaline. Or au bout de dix minutes, un quart d'heure, malgré l'empoisonnement des fibres nerveuses périphériques cardiaques par le curare, le cœur ralentissait de plus en plus ses mouvements, puis cessait de battre, tout comme si ces grenouilles avaient été empoisonnées exclusivement par la digitaline.

M. Vulpian a même constaté que dix-huit à vingt heures après la mort de grenouilles tuées par le curare, l'introduction d'une très-petite prise de digitaline sous la peau produisait le même effet, et presque avec autant de rapidité que lorsque l'expérience était faite pendant la vie.

Il ne faudrait pas inférer de ces résultats qu'ils doivent être les mêmes chez les autres animaux. Ainsi, fait remarquable, chez le crapaud, les effets que nous venons de signaler ne se font plus sentir (Vulpian) ; ce qui montre qu'un même tissu chez des animaux d'espèces très-voisines peut être affecté d'une façon différente par le même agent toxique. C'est là sans doute la cause des divergences qui séparent encore les physiologistes sur l'action de la digitaline.

Chez les grenouilles, la digitaline ne diminue pas seulement la contractilité du cœur, mais encore celle des muscles de la vie de relation, et cela dans un temps assez rapide.

Gaz. — M. Castell, opérant sur des cœurs de grenouilles séparés du corps, a constaté que dans l'oxygène les battements persistaient pendant douze heures; dans l'hydrogène et l'azote, une heure; dans le gaz acide sulfhydrique, douze minutes; dans l'acide carbonique, six minutes; enfin dans le gaz acide hydrochlorique, deux minutes.

Opium. — L'opium exerce une action sédative sur le cœur, même chez des animaux dont tout l'axe cérébro-spinal a été détruit préalablement, c'est ce qui résulte surtout des recherches de Whytt.

Sels. — Un grand nombre de sels agissent sur l'irritabilité du cœur. M. J. Blake a constaté que le sulfate de zinc introduit dans le torrent circulatoire d'un chien déterminait au bout de peu de secondes une grande diminution dans la force des contractions ventriculaires; l'injection d'une quantité un peu plus considérable de ce sel, arrêtait presque subitement les battements du cœur et détruisait l'irritabilité de cet organe.

Le sulfate de magnésie produit des effets analogues, mais moins intenses. Le sulfate de cuivre, au contraire, détermine des effets sédatifs plus rapides (Blake et Moreau).

Parmi les substances salines qui abolissent la contractilité du cœur, citons encore le sulfate de mercure (Moreau), les sels de baryte et de strontiane (Blake), l'acide oxalique (Blake), l'acide cyanhydrique et le cyanure d'ammoniaque (Mayer, Schiff), le nitrate de potasse (Blake), le bichlorure de mercure (Brodie, Schiff), l'arsenic (Jæger, Brodie, Schiff).

Chloroforme. — Le chloroforme, pénétrant dans l'organisme par inhalation, porte son action surtout sur les centres nerveux, mais il a aussi une certaine influence sur les muscles dont il paraît diminuer l'irritabilité. M. Gosselin, en effet, s'est assuré que le chloroforme injecté dans les veines jugulaires paralysait immédiatement le cœur et le rendait au bout de peu de temps insensible à l'excitant galvanique. Nous avons reconnu aussi que, quand le chloroforme, étant donné en vapeur lentement et en favorisant le libre accès de l'air, avait amené l'empoisonnement de l'animal, le cœur était paralysé et ne réagissait plus au contact

d'aucun agent d'excitation. Enfin, pendant une amputation faite sur un sujet chloroformé, il est facile de reconnaître que le tressaillement des muscles, sous le contact du couteau, est moindre que dans les cas où le chloroforme n'a pas été employé. Les chirurgiens attribuent aussi, à juste raison, au chloroforme cette espèce de stupéfaction, de torpeur, que présentent les parties molles d'un moignon trois ou quatre heures après une amputation, et, c'est en vue de faire disparaître cet état du moignon que quelques chirurgiens, tels que Jobert, ont proposé d'arroser les linges du pansement avec de l'eau-de-vie camphrée.

Signalons, pour terminer, certains poisons qui agissent sur la contractilité musculaire en amenant dans les muscles des altérations matérielles visibles, l'atrophie et la dégénérescence granulo-graisseuse. Parmi ces poisons, nous citerons la cyclamine (Vulpian); le plomb, l'alcool (Lamoureaux), le sulfure de carbone (Tardieu), le phosphore (Ranvier et Verliac), l'arsenic (?) (Lolliot), le sulfo-cyanure de potassium (Olivier et Bergeron).

Index bibliographique (Influence de divers excitants sur la contractilité musculaire). — DUCHENNE (de Boulogne), *De l'électrisation localisée*. — BROWN-SÉQUARD, *Recherches expérimentales sur les propriétés physiologiques et les usages du sang rouge et du sang noir* (*Journ. phys.*, t. II, 1868). — JODOCK BEER, *Prager Medecin. Wochenschrift*. — MALGAIGNE, *Anatomie chirurgicale*. — BROCA, *Bulletins de la Société anatomique*, 1848. — VERNEUIL, *Bulletins de la Société anatomique*, 1848.—FRIEDBERG, *Fract. pathologie und Therapie der Muskellähmung*. Weimar, 1858.—SCHIFF, *Ueber die Zuzammenziehung der animalischen Muskeln*, in *Froriep's Tagesbericht*, 1831. — N. WUNDT, *Ueber das Gesetz der Zuckungen und die Modification der Erregbarkeit durch geschlossene Ketten*, in *Archiv für physiol. Heilk.*, t. II, 1858. — KÜHNE, *Ueber die chemische Reizung der Muskeln und Nerven und ihre Bedeutung für die Irritabilitätsfrage*, in *Arch. für Anat.* (*Müller's Arch.*, 1860). — LEROUX, *De l'induction et des appareils électro-médicaux*, thèse d'agrégation présentée à l'Ecole de pharmacie, 1869. — MAREY, *Du mouvement dans les fonctions de la vie*, année 1868. — PFLÜGER, *Ueber die tetanisirende Wirkung des constanten Stroms und das allgemeine Gesetz der Reizung* (*Arch. für Path. und Anat.*, t. XIII). — VULPIAN, *Expériences relatives à la différence d'action des deux pôles de la pile sur la contraction musculaire* (*Soc. biol.*, 1857). — LIEBERMEISTER, *Ueber die Wirkung der febrilen Temperatursteigerung* (*Deutsche Klin.*, vol. 1865). — BROWN-SÉQUARD, *Recherches expérimentales sur l'influence du froid et de la chaleur sur l'iris* (*Journal de physiologie*, t. II, année 1869). — HARLESS, *Die Muskelirritabilität*. München, 1848. — PRÉVOST, *Recherches expérimentales relatives à l'action de la vératrine* (*Acad. des sciences* et *Mém. de la Soc. de biol.*, 1867). — CL. BERNARD, *Substances toxiques*. — IDEM, *Rapport sur les progrès de la physiologie en France*, année 1867. — GRANDEAU, *Expériences sur l'action physiologique des sels de potassium, de sodium et de rubidium* (*Journ. de l'anat. et de la phys.* Juillet 1864). — KÖLLIKER, *Upas antiar* (*Proceedings of the Royal Society*, vol. IX). — PELIKAN, *Beiträge zur gerichtlichen Médizin, Toxicologie, etc.*, 1858. — KÖLLIKER et PÉLIKAN, *Some Remarks on the Physiological Action of the Thanginia venerufera* (*Proceed. of the Royal Society*, 1858, t. IX). — A. HAMMOND et MITCHELL, *Recherches expérimentales sur le carroval et le vao* (*the American Journal of the Medical Sciences*. July 1859).—VULPIAN, *De l'action de la digitaline sur les batraciens* (*Soc. de biol.*, année 1855). — WHYTT, *An account of Experiments Madewith Opium on Living or Aging Animals*. Works, 1768.—J. BLAKE, *Observ. on the Physiological Effects of Various Agents Introduced into the Circulation, as indicated by the Hœmody Namometer* (*Edin.-Med. and Surg. Journ.*, 1839, t. LI.. — IDEM, *Mém. sur les effets des diverses substances injectées dans le système circulatoire* (*Arch. gén. de médecine*, 1839, 3e série). — MOREAU, *Recherches sur l'action des poisons sur le cœur* (*Mém. de la Société de biologie*, 1855). — MAYER, *Die Vergiftung durch Blausäure* (*Arch. für phys. Heilkunde*, 1843, t. II).— SCHIFF, *Modus der Herz-*

bewegung (*Arch. für phys. Heilkunde*, t. IX). — BRODIE, *Further Obs. and Exp. on the Action of Poisons* (*Philos. Trans.*, 1812, et *Physiolog. Researches*). — JÆGER, *Dissertatio de effectibus arsenico in rearcos organismos*. Tübingen, 1808. — CASTELL, *Ueber das Verhalten des Herzens in verschiedenen, etc.* (*Müller's Archiv für Anat. und Physiol.*, 1854).—GOSSELIN, *Recherches sur les causes de la mort sous l'influence du chloroforme* (*Arch. de méd.*, 1848). — LIÉGEOIS, *De l'emploi des courants électriques continus contre la syncope et les accidents causés par le chloroforme*, rapport lu à la Société de chirurgie, 1869. — LANCEREAUX, *Alcool* (*Nouveau Dictionn. encyclopédique*, 1865). — DELPECH, *Nouvelles recherches sur l'intoxication par le sulfure de carbone*, 1863. — RANVIER et VERLIAC, *De la stéatose dans l'empoisonnement par le phosphore* (*Archives générales de médecine*, 1863). — TARDIEU, *Etude médico-légale et clinique de l'empoisonnement*, 1866. — LOLLIOT, *Étude physiologique de l'arsenic*, thèse de doctorat. Paris, 1868. — OLLIVIER, *Des atrophies musculaires*, thèse d'agrégation, 1869.

CARACTÈRES DIFFÉRENTIELS DES MOUVEMENTS MUSCULAIRES.

Nous avons vu que la propriété de contractilité était inhérente à la fibre musculaire et dépendait uniquement de la propre structure de celle-ci. Mais, pour l'accomplissement des fonctions multiples de l'organisme, auxquelles elle prend toujours une grande part, la fibre musculaire réclame l'intervention de la puissance nerveuse. C'est cette puissance surtout, qui, suivant le but à remplir, imprime aux mouvements musculaires des caractères particuliers sur lesquels nous devons nous arrêter ici.

La plus ancienne division des mouvements est celle qui les range en deux grandes classes : les mouvements volontaires et les mouvements involontaires.

Cette division fut adoptée jusqu'à Müller. Mais cet auteur, considérant que des mouvements de la vie de relation pouvaient, dans certaines circonstances, être volontaires, dans d'autres involontaires, crut devoir substituer à la division ancienne une autre qui reposait sur les causes diverses des mouvements musculaires. Sa division est la suivante : Il admet une première classe de mouvements qui sont involontaires et déterminés par des irritations *hétérogènes externes* ou *internes*. Tels sont les mouvements de l'estomac, du tube digestif, sous l'influence des matières que ceux-ci renferment. Il admet ensuite des mouvements *automatiques*, les uns dépendant du grand sympathique (mouvements du cœur, de la vessie), d'autres, dépendant du cerveau ou de la moelle, et parmi ceux-ci, il y en a de *rhythmiques*, à type intermittent (mouvements respiratoires); il y en a d'autres dont le rhythme est continu (ceux des sphincters de l'anus, de la vessie). Il admet une troisième classe de mouvements, *par antagonisme*, et signale la contraction permanente où se trouvent beaucoup de muscles pour contre-balancer l'action d'autres muscles. Dans une quatrième classe, il place les mouvements *réflectifs* qui se manifestent, dit-il, soit dans les muscles de la vie animale, soit dans ceux de la vie organique. Dans une cinquième, se trouvent des mouvements associés qui dépendent des états de l'âme (mouvements expressifs),

puis des mouvements qui succèdent à des idées, des mouvements qui succèdent à des passions ; après quoi, il considère les mouvements *volontaires*, parmi lesquels on en trouve de complexes, comme des séries de mouvements, des mouvements associés à d'autres mouvements, des mouvements associés à des idées, des mouvements instinctifs, des mouvements coordonnés.

Mais de ce qu'il se passe quelques mouvements involontaires dans les muscles de la vie de relation, ce n'est pas à nos yeux une raison suffisante pour substituer à la division ancienne une autre qui, reposant sur une base étrangère à celle de la première, sera toujours nécessairement complexe, indécise, comme la division de Müller. Nous conserverons donc l'ancienne division des mouvements en volontaires et involontaires, seulement nous ferons deux classes de ces derniers, les uns se passant dans les muscles de la vie de relation, les autres dans des muscles de la vie végétative.

MOUVEMENTS VOLONTAIRES DES MUSCLES DE LA VIE DE RELATION. — Un muscle, quel qu'il soit, ne se contracte jamais seul; on peut dire qu'un tel mouvement, appelé par quelques auteurs *simple*, n'est pas dans le plan de la nature. Les mouvements sont toujours composés. Un mouvement est appelé *primaire* quand il est exécuté par un seul groupe de muscles congénères, tels sont les mouvements de flexion ou d'extension. Quand plusieurs mouvements primaires se font en même temps, le mouvement est dit *associé*, et alors ou les mouvements associés peuvent être alternativement associés ou isolés, comme les mouvements de flexion des avant-bras, par exemple, ou ils peuvent se passer dans des groupes de muscles dont les contractions sont fatalement liées entre elles, comme les mouvements d'élévation et d'abaissement des deux yeux, comme les mouvements des deux moitiés du voile, des deux moitiés du périnée ; si enfin une série de mouvements associés sont exécutés simultanément ou successivement, tous concourant chacun pour leur part à l'accomplissement d'un but, les mouvements sont dits *coordonnés;* tels sont les mouvements de la marche, du saut, du grimper.

On doit surtout à M. Duchenne (de Boulogne) la connaissance du mécanisme des associations musculaires. D'après cet auteur, les mouvements coordonnés de la locomotion exigeraient toujours la combinaison d'associations musculaires multiples et à action opposée. Les unes seraient impulsives, les autres antagonistes. Par associations impulsives, M. Duchenne comprend les contractions musculaires synergiques destinées à imprimer à une partie du corps tout mouvement volontaire vers une situation ou une attitude quelconque. Les associations musculaires antagonistes se subdivisent en deux espèces. Les unes sont composées par les muscles qui peuvent s'opposer directement aux associations impulsives, mais qui ne s'unissent entre elles que pour les modérer; ce sont les associations musculaires modératrices. Les autres sont formées par les muscles qui assurent le mouvement en l'empêchant de s'écarter latéralement de sa

direction; ce sont les associations musculaires collatérales. Ces dernières ne viennent en aide qu'aux mouvements qui ont lieu dans les articulations mobiles en tout sens (*enarthroses* et *arthrodies*); les articulations ginglymoïdales n'ont pas besoin de l'intervention de ces associations musculaires collatérales.

Ces vues ont été surtout puisées dans l'examen clinique de sujets atteints de paralysies partielles. Pour ne parler que des associations collatérales, qu'aucun autre auteur n'a indiquées avant M. Duchenne, toutes les fois que les adducteurs ou les abducteurs de la cuisse sont atrophiés ou paralysés, le membre inférieur ne peut plus être fléchi directement en avant, il est alors porté ou obliquement en dedans et en avant, si les abducteurs sont paralysés; en dehors et en avant, si ce sont les adducteurs. L'harmonie des muscles antagonistes concourt donc à l'association de tous les mouvements volontaires en les réglant à l'aide d'associations musculaires modératrices et en assurant leur direction au moyen d'associations musculaires collatérales. Sans cette espèce de solidarité dans les associations musculaires, les mouvements perdraient leur précision, leur sûreté.

Les troubles observés dans la seconde période de l'ataxie locomotrice, troubles caractérisés par une véritable désharmonie des associations musculaires viennent aussi de la façon la plus complète à l'appui de cette manière de voir. 1° Pendant la station debout, le corps est agité par des oscillations, petites d'abord et qui deviennent progressivement plus grandes, jusqu'à rendre la station impossible. Ces oscillations sont causées par la désharmonie des muscles antagonistes moteurs du tronc et des membres inférieurs. On constate, en effet, qu'elles sont produites par des contractions musculaires irrégulières, sous l'influence des efforts que fait le malade pour se maintenir dans la ligne de gravité. 2° Pendant la marche, l'harmonie ne régnant plus dans les associations modératrices et collatérales, le pas n'est plus mesuré, le membre dévie en dehors ou en dedans, et, dépassant le but, retombe lourdement avec bruit sur le sol. 3° Aux membres supérieurs, surtout à la main, la désharmonie des antagonistes occasionne les mouvements les plus désordonnés et abolit rapidement l'habileté et l'usage manuels. 4° Le tronc lui-même perd l'harmonie de ses antagonistes, et, à un moment donné, la station assise et sans appui est devenue impossible; alors le tronc est agité par des contractions brusques, irrégulières, provoquées par des efforts d'équilibration qui jettent le malade hors de son siége. 5° Enfin, dans une période plus avancée de la maladie, les associations musculaires impulsives se perdent complétement, et la station et la marche deviennent absolument impossibles, quoique le sujet possède la force normale de ses mouvements partiels et les moins composés, lorsqu'on les lui fait exécuter dans le décubitus horizontal.

La précision en quelque sorte merveilleuse avec laquelle s'exécutent, à l'état normal, les mouvements associés, a fait admettre à certains au-

teurs une faculté coordinatrice dont le siége serait dans les centres nerveux. Mais quel est ce siége? Flourens, après des expériences faites sur le cervelet, et que nous décrirons à propos de la physiologie de cet organe, avait été conduit à penser que « dans le cervelet réside une propriété dont rien ne donnait l'idée en physiologie, et qui consiste à coordonner les mouvements voulus par certaines parties du système nerveux, excitées par d'autres... ; que le cervelet est le siége exclusif du principe qui coordonne les mouvements de la locomotion ». MM. Bouillaud, Longet, Wagner, Dalton, arrivèrent à la même conclusion. Mais M. Duchenne (de Boulogne) a fait voir que dans les affections cérébelleuses, les troubles de la locomotion différaient essentiellement des troubles que l'on observe dans l'ataxie locomotrice. Dans les affections cérébelleuses, ces troubles sont semblables à ceux de l'ivresse et caractérisés par une titubation vertigineuse; dans l'ataxie locomotrice, ils sont, au contraire, caractérisés par une titubation asynergique.

Si la faculté coordinatrice n'existe pas dans le cervelet, existerait-elle dans le cerveau? Non, évidemment, car l'ablation des hémisphères cérébraux n'empêche pas, comme nous le verrons plus loin, les mouvements coordonnés dans les muscles de la vie animale; seulement, ces mouvements coordonnés ne sont plus volontaires, ils ne s'exécutent plus que quand ils sont provoqués par des impressions périphériques.

Puisque donc, après la destruction de l'encéphale avec conservation de la moelle épinière et de la moelle allongée, les mouvements coordonnés peuvent encore s'effectuer, il y a tout lieu de croire que ces mouvements tiennent à quelque disposition organique de l'axe médullaire. Or, la plupart des physiologistes admettent aujourd'hui que cette disposition consiste dans un arrangement particulier de cellules nerveuses motrices; certaines cellules auraient entre elles des communications plus immédiates qu'avec d'autres, pour harmoniser par l'intermédiaire des filets nerveux qui en partent, les diverses associations qui président aux mouvements coordonnés, ces cellules étant elles-mêmes en connexion avec des fibres nerveuses qui communiquent avec les cellules de l'encéphale.

MOUVEMENTS INVOLONTAIRES DES MUSCLES DE LA VIE DE RELATION. — Nous rangerons sous trois chefs ces sortes de mouvements : 1° les mouvements à type intermittent, 2° certains mouvements réflexes, 3° les mouvements associés aux idées et aux sensations.

1° Les mouvements à type intermittent des muscles de la vie animale sont représentés par les mouvements respiratoires. Ceux-ci consistent aussi dans une coordination admirable de mouvements exécutés par une série de muscles siégeant au pourtour des narines, dans le larynx, au cou, à l'extérieur et à la base du thorax, enfin entre les côtes. A titre de mouvements coordonnés, ils sont régis par un groupe particulier de cellules placées dans un point déterminé du bulbe rachidien appelé nœud vital. Ces cellules, qui communiquent d'une part avec des filaments ner-

veux sensibles partis du poumon, d'autre part avec des filaments moteurs se rendant aux divers muscles respiratoires, communiquent aussi avec des filaments qui se rendent aux cellules cérébrales. Ainsi s'explique la participation possible de la volonté aux mouvements de la respiration. Quant au mécanisme en vertu duquel se produit le rhythme involontaire de ces mouvements, il demeure encore inconnu ; ce que l'on sait toutefois, c'est qu'il prend sa source dans l'activité même de la cellule nerveuse et non dans des impressions pulmonaires transmises au bulbe, car la section des nerfs pneumogastriques n'annule nullement le rhythme de la respiration.

2° Certains mouvements qui se passent dans les muscles de la vie animale affectent le caractère des mouvements réflexes qui, comme nous le dirons bientôt, dirigent tous les actes moteurs de la vie végétative. Ils consistent en des mouvements involontaires consécutifs à des impressions périphériques, ces impressions pouvant être faites, tantôt à la surface de la peau, tantôt à la surface des muqueuses. Les exemples de cette variété de mouvements dans la vie animale sont les mouvements de vomir, de tousser, d'expectorer, les mouvements consécutifs au chatouillement.

Nous n'insisterons pas ici sur la théorie des mouvements réflexes, devant faire plus tard de ceux-ci une étude toute spéciale ; qu'il nous suffise de dire qu'ils sont dus aux communications établies dans la substance grise de la moelle, entre des cellules de sensibilité et des cellules de mouvement, sur le trajet desquelles se trouvent des fibres sensitives et des fibres motrices. L'excitation produite à l'extrémité des nerfs sensibles se transmet par leur intermédiaire à des cellules de sensibilité et de là à des cellules de mouvement, et celles-ci réagissent fatalement sur leurs fibres motrices pour communiquer aux muscles dans lesquels ces fibres se rendent le mouvement. Subordonnés, par conséquent, à la puissance excito-motrice des cellules de la moelle, mise en jeu par des impressions périphériques, les mouvements réflexes sont nécessairement involontaires.

Dans ces derniers temps, on a cherché à agrandir d'une façon considérable le champ des mouvements réflexes dans les muscles de la vie animale. Un certain nombre d'auteurs, parmi lesquels nous citerons MM. Rouget, Jaccoud, Topinard, n'ont voulu voir dans la marche qu'une série d'actes musculaires dépendant du pouvoir excito-moteur de la moelle. « Dans la marche ordinaire, dit M. Rouget, l'attention et la volonté n'interviennent que pour mettre le balancier en mouvement ou pour l'arrêter ; mais une fois commencé, le mouvement s'entretient en quelque sorte par lui-même, l'impression du contact du sol, la sensation de la contraction musculaire devenant le point de départ d'excitations qui déterminent de nouveaux contacts, de nouvelles contractions. Quand les conditions de la marche changent inopinément, le réveil brusque de l'attention et de la volonté montre bien qu'elles n'étaient pour rien dans la

direction et la coordination des mouvements, qui se succédaient régulièrement tant que les conditions restaient les mêmes, etc. »

Cette explication de la marche nous a toujours paru difficilement acceptable ; nous sommes bien plus disposés à attribuer cette sorte d'automatisme à l'habitude que nous avons des mouvements qui contribuent à la déambulation. Chez l'enfant qui commence à marcher, ces mouvements, en effet, ne s'exécutent qu'à la condition que l'attention et la volonté seront éveillées d'une façon toute spéciale ; l'enfant fait alors l'apprentissage de la coordination ; mais, au fur et à mesure qu'il grandit, ses mouvements de marche deviennent pour lui de moins en moins un sujet de préoccupation, jusqu'à l'instant où ils s'exécutent pour ainsi dire insciemment. Ce que nous disons de la marche s'applique, du reste, à tous les actes musculaires coordonnés et volontaires, qui tous possèdent le même semblant d'automatisme une fois que leur éducation est terminée. Les mouvements faits pour graver, pour peindre, pour sculpter, etc., paraissent échapper complétement à la volition du sujet, tout aussi bien que les mouvements de la marche, et cependant les positions nombreuses et variées que prennent la main, les doigts, tout le membre supérieur dans l'exercice de ces mouvements, ne peuvent assurément s'expliquer que par l'intervention d'une puissance directrice.

A la vérité, quelques auteurs ont accordé au pouvoir excito-moteur seul, sans l'intervention de la volonté, la faculté de régler les actes si complexes de la coordination. Ainsi, pour M. J. Luys, les impressions acoustiques excito-motrices, une fois disséminées au milieu des réseaux de substance nerveuse des corps quadrijumeaux et genouillés, rayonnent de là tantôt dans une sphère d'activité d'un rayon relativement limité, tantôt en s'étendant au loin et en suscitant des réactions motrices dans les diverses régions antérieures de l'axe spinal. Ce sont elles qui font que nos muscles adducteurs et abducteurs de l'œil de chaque côté s'associent dans un effort synergique pour promener successivement le champ de la vision vers tous les points de l'espace, qui font que l'œil suit automatiquement et à la piste les objets extérieurs à mesure qu'ils se déplacent ; ce sont elles qui président à l'automatisme de la marche, de la station, qui rectifient spontanément notre attitude, de manière que nos pieds ne perdent pas le contact du sol, et le suivent même dans ces déplacements ; ce sont elles enfin qui dirigent les mouvements des mains dans l'infinie diversité des attitudes que prennent nos doigts pour palper les objets extérieurs, les saisir et s'y appliquer.

Les impressions excito-motrices acoustiques auraient, elles aussi, leur part d'influence dans un grand nombre de mouvements automatiques ; elles seraient d'abord les agents exclusifs par l'intermédiaire des hypoglosses et des nerfs laryngiens d'une série de manifestations motrices qui contribuent à la phonation et à l'articulation des sons ; ce sont ces impressions qui provoquent l'activité des muscles de la langue, qui les suscitent isolément ou les associent dans une action synergique et qui

répartissent dans de justes proportions le degré de force qui doit être déployé pour amener tel ou tel degré de tension des cordes vocales, et finalement tel ou tel son. M. Luys va plus loin : les impressions excito-motrices acoustiques ont, comme les impressions excito-motrices optiques, une influence très-accentuée sur l'ensemble des mouvements généraux. Elles permettent aux muscles de s'harmoniser en mesure dans les exercices chorégraphiques, avec la musique qui les suscite, et d'accomplir ainsi une série de mouvements rhythmés en un très-court espace de temps donné. Les mouvements de la langue lors de la déglutition seraient encore des mouvements accomplis automatiquement par la mise en jeu des cellules nerveuses en relation avec l'hypoglosse d'une part, le glosso-pharyngien et le lingual de l'autre. Enfin, les impressions génitales seraient chez la femme les causes excitatrices d'une série de réactions musculaires automatiques qui, localisées d'abord dans les muscles du bassin dans les mouvements alternatifs de projection, ne seraient en définitive que des mouvements d'accommodation fonctionnels.

Ces vues de M. J. Luys, fort ingénieuses sans doute, nous semblent aussi fort hypothétiques. On ne peut guère comprendre, en effet, que des mouvements complétement soustraits à la volonté dans une circonstance donnée, se fassent avec la même régularité, la même harmonie que quand ils sont soumis à cette dernière puissance. De plus, comment admettre que les mouvements des muscles du larynx, lors de la phonation, soient sous la dépendance en quelque sorte exclusive des impressions acoustiques, quand l'émission de la voix précède toujours chez celui qui l'émet son audition. Enfin, concéder aux cellules du centre spinal, douées de propriétés excito-motrices, un pouvoir automatique capable de réaliser l'association souvent fort complexe d'une série de mouvements concourant à un même but fonctionnel, n'est-ce pas concéder un peu trop gratuitement une certaine intelligence à ces cellules?

3° Dans l'exercice des fonctions cérébrales, toujours la volonté s'associe à des idées dont l'origine première existe dans des impressions sensorielles transmises aux cellules du cerveau. Celles-ci élaborent en quelque sorte ces impressions, les transforment en sensations, puis en idées qui deviennent la base de notre jugement, de nos volitions. Mais, dans un certain nombre de circonstances, il semble que les sensations ou les idées remplacent la volonté pour commander le mouvement à des muscles qui d'habitude sont sous la dépendance de cette dernière.

A cette classe de mouvements se rattachent en premier lieu les mouvements expressifs, mouvements qui naissent spontanément à la suite d'une impression morale, s'accomplissent sans le concours de notre volonté et sont toujours identiques avec eux-mêmes. Comme autres exemples de ces mouvements, nous citerons les suivants, sur lesquels Chevreul surtout a appelé l'attention :

1° Ceux que l'homme exécute involontairement à la vue d'un corps qui se meut ; alors, le corps du spectateur se dirige d'une manière plus ou

moins prononcée vers la ligne de mouvement, c'est le cas du joueur de billard qui prend des attitudes en rapport avec la direction qu'il désire voir suivre à sa bille, comme s'il lui était encore possible de la diriger vers le but qu'il a voulu lui faire atteindre.

2° Ceux que l'on exécute pour fuir un danger; ainsi, la peur de verser quand nous sommes en voiture, ou la vue d'un précipice nous raidit dans la direction opposée à celle du danger qui nous menace; ainsi, pour éviter un choc, un traumatisme quelconque, nous disposons les diverses parties de notre corps de la façon la plus favorable pour éviter ce choc, ce traumatisme, et sans qu'il y ait d'intervalle pour ainsi dire entre la pensée du danger et l'exécution du mouvement fait pour l'éviter.

3° Ceux que l'on exécute en les voyant exécuter par d'autres personnes et de la même façon que celles-ci; ainsi, lorsque nous voyons une personne qui bâille ou qui rit, il nous est souvent impossible de ne pas l'imiter.

4° Enfin, les mouvements que l'on réalise dans les circonstances suivantes : penser qu'un pendule constitué par un cheveu supportant une bague et qu'on tient entre deux doigts peut se mouvoir suffit pour qu'il se meuve, sans qu'on ait la conscience que l'organe musculaire l'anime. Voir ce pendule osciller suffit pour que des oscillations deviennent plus étendues par l'influence de la vue sur l'organe présidant à la contraction musculaire et toujours sans qu'on en ait la conscience. Les tables tournantes rentrent dans cet ordre de faits.

Nous ne pouvons passer sous silence une division des mouvements involontaires des muscles de la vie animale proposée par M. Debrou. Cet auteur le divise en deux grandes classes. Dans l'une se trouvent des mouvements dont l'exécution involontaire est invariable, identique et indépendante des circonstances, de l'éducation, de l'habitude et de l'exercice. L'autre classe renferme des mouvements involontaires, mais qui le sont d'une manière moins variable que les précédents.

La première classe comprend :

1° Les mouvements associés de muscles congénères (mouvements du voile du palais, du larynx, du pharynx, du périnée).

2° Les mouvements associés de muscles antagonistes (mouvement des yeux lorsqu'on regarde un objet situé de côté).

3° Les mouvements pour la succion, la déglutition, l'action d'uriner, de vider l'intestin. Ces mouvements ont cela de commun qu'une fois que nous avons résolu de les accomplir, ils s'exécutent par le concours d'une série de muscles, sur la coordination desquels la volonté n'a aucune influence.

4° Les mouvements respiratoires.

5° Les mouvements sympathiques (mouvements de vomir, d'éternuer, etc.)

6° Les mouvements expressifs.

La deuxième classe comprend :

1° Les mouvements qui sont volontaires ou involontaires, d'après l'habitude que l'on a prise, tels sont les mouvements du muscle crémaster.

2° Les mouvements involontaires que l'on exécute pour fuir un danger.

3° Les mouvements involontaires d'imitation.

4° Les mouvements involontaires par simple habitude (mouvements du geste).

On peut reprocher à cette division d'être un peu compliquée et, de plus, de comprendre des mouvements qui ne sont point involontaires. Ainsi pour les mouvements associés des muscles congénères ou des muscles antagonistes, parmi lesquels se rangent, d'une part, les mouvements du voile du palais, du larynx, etc., d'autre part, les mouvements combinés d'abduction et d'adduction des yeux, ces mouvements sont essentiellement volontaires. A la vérité, nous ne pouvons faire agir isolément pour un seul côté du corps les muscles du voile du palais, du périnée; mais, remarquons que nous ne pouvons pas plus empêcher le brachial antérieur de se contracter, lorsque nous ordonnons au biceps de le faire. Quand, d'autre part, dans l'action d'étendre les doigts nous contractons les muscles extenseurs, les muscles interosseux entrent en même temps en action, et il n'est pas plus en notre pouvoir de les dissocier les uns des autres qu'il n'est en notre pouvoir de dissocier les mouvements d'adduction et d'abduction des yeux alors que nous portons ceux-ci de côté. Il y a plus, c'est qu'avant les recherches de M. Duchenne (de Boulogne), personne ne se doutait de l'intervention si utile des muscles interosseux pour l'extension des doigts. Si, par conséquent, on appelle involontaire le mouvement d'un muscle parce qu'il ne peut être isolé d'un autre, tous les mouvements des muscles envisagés isolément devraient porter ce nom, au même titre que ceux du voile du palais, du larynx, la volonté n'agissant jamais que sur des groupes musculaires et non sur tel ou tel muscle.

MOUVEMENTS INVOLONTAIRES DES MUSCLES DE LA VIE VÉGÉTATIVE. — Ces mouvements se passent dans tous les muscles lisses, ils se passent aussi dans quelques muscles striés, tels que les muscles du cœur, de l'œsophage.

Ces mouvements doivent être envisagés au point de vue de deux caractères principaux : 1° au point de vue de la manière dont ils s'exécutent, 2° au point de vue de la puissance nerveuse qui les règle.

Rappelons tout d'abord que les muscles lisses, au lieu d'être isolés comme les muscles striés en organes distincts, se présentent le plus souvent sous forme membraneuse, généralement tubulaire, généralement sans discontinuité dans toute leur étendue. En se contractant, ils concourent à la progression de matériaux ou solides, ou liquides, ou gazeux contenus dans les conduits et les réservoirs dans la composition desquels ils entrent.

Sous le rapport de la manière dont les mouvements des muscles de la vie végétative s'exécutent, ils sont non rhythmiques ou rhythmiques. Les mouvements non rhythmiques consistent dans une contraction unique, quoique lente, suivie d'un relâchement qui persiste jusqu'à ce qu'une nouvelle cause d'excitation provoque une nouvelle contraction. Tels sont les mouvements des artérioles, des veinules, des capillaires, des muscles de la paroi vésicale de la vésicule biliaire.

Les mouvements rhythmiques sont au contraire constitués par une série alternative et plus ou moins régulière de contractions suivies de relâchement. Le cœur présente le type de ces mouvements. Mais on les rencontre encore dans d'autres organes. Les mouvements péristaltiques de l'intestin ne sont qu'une variété de ces mouvements. M. Brown-Séquard a constaté le rhythme dans le jabot et l'œsophage des oiseaux; il l'a vu aussi dans les muscles de la trachée et des grosses bronches. M. Claude Bernard l'a observé dans les canaux cholédoques et pancréatiques des pigeons et des poules. Il a été vu dans les uretères par MM. Donders, Rigot (d'Alfort), Goubaux et Vulpian, chez les mammifères. Remak, Müller, MM. Brown-Séquard et Vulpian l'ont rencontré dans le diaphragme après la mort. Enfin il a été signalé dans l'artère centrale de l'oreille chez les lapins (Schiff et Vulpian), dans les veines de l'aile de la chauve-souris (Wharton Jones), dans le bulbe aortique chez les grenouilles et chez les poissons, dans les artères axillaires chez les torpilles (Davy), et chez les chimères (Duvernoy).

Les mouvements rhythmiques ont été expliqués d'une façon différente par les auteurs. Haller croyait à leur indépendance par rapport au système nerveux, et se reposait surtout pour soutenir son opinion sur la persistance des battements du cœur après l'extirpation de cet organe.

Se basant sur ce que l'on pouvait faire reprendre le caractère péristaltique au mouvement déjà éteint du canal intestinal en agissant sur le ganglion cœliaque à l'aide de l'électricité ou de la potasse caustique, Müller pensait que la production du mouvement rhythmique résultait de ce ganglion. Mais, comme dans l'expérience précédente la potasse caustique détruisait et frappait de mort le ganglion, quoique les mouvements provoqués persistassent encore longtemps après, Müller était disposé à croire que les portions des nerfs intestinaux qui avoisinent le renflement nerveux possédaient, elles aussi, la faculté de produire le rhythme. Müller avait de plus constaté que l'intestin conservait encore ses mouvements péristaltiques quand il était détaché du mésentère; il paraissait évident pour lui que, dans ce dernier cas, le mouvement de l'intestin ne pouvait dépendre que des filaments du grand sympathique contenus dans sa paroi. Cette opinion paraissait d'autant plus plausible à cet auteur, que les filets périphériques du grand sympathique présentent dans divers points de leur trajet de petits renflements ganglionnaires secondaires disséminés sans régularité, renflements découverts par Remak, et qui, dans leur action sur les mouvements rhythmiques, peuvent être rappro-

chés du ganglion cœliaque. Pour Müller, les ganglions seraient sans doute des demi-conducteurs « qui chercheraient à retenir le fluide nerveux. Lorsque certaines parties du nerf sympathique ont arrêté une certaine quantité du principe nerveux; elles la retiennent jusqu'à ce que le principe nerveux qui afflue vers elles ait atteint le maximum qu'elles peuvent enchaîner; alors elles l'abandonnent subitement aux muscles organiques, et le jeu recommence. »

Depuis Müller on a fait jouer aux petits ganglions placés dans l'épaisseur même des organes contractiles un rôle tout autre que le précédent. Pour Volkmann, Ludwig, Bidder, Rouget, les ganglions cardiaques contenus dans l'épaisseur des oreillettes du cœur seraient des centres de mouvements réflexes. Si les cavités du cœur sont vides de sang, les battements s'entretiennent par les sensations musculaires de contraction qui, apportées aux ganglions cardiaques, s'y transforment en excitation motrice. Si les cavités du cœur contiennent encore du sang en circulation ou non, l'impression faite à la surface des cavités par le sang contenu dans l'intérieur du cœur s'ajoute à la première cause pour mettre en jeu le pouvoir excito-moteur des ganglions, et de plus pour lui donner plus d'intensité.

La preuve fournie à l'appui de cette opinion par ces auteurs est la suivante : si, sur un cœur de grenouille qui bat encore, on sépare par une section transversale la totalité des ventricules de la région des oreillettes où est situé le ganglion centre d'action réflexe, les ventricules restent immobiles. Alors, leur contractilité est cependant fort loin d'être épuisée, car un choc, une simple piqûre, y font apparaître une contraction énergique instantanée, mais non suivie d'un certain nombre d'autres. Nous devons dire qu'ayant répété nombre de fois cette expérience, nous avons obtenu des résultats différents; la section même des ventricules, faite à une certaine distance du sillon auriculaire (1 à 2 millimètres), n'a jamais anéanti le rhythme de la portion ventriculaire détachée, quand toutefois on évitait de contondre le tissu musculaire, en se servant, par exemple, de ciseaux bien tranchants. C'est en vain que nous avons cherché cependant dans cette portion du ventricule attenante aux oreillettes la présence de cellules ganglionnaires.

Cette expérience infirmerait donc et l'opinion qui fait dépendre les mouvements réflexes du cœur des propriétés excito-motrices des ganglions cardiaques, et l'opinion qui les fait dépendre des ganglions envisagés comme des demi-conducteurs nerveux. Le curare, du reste, a fourni la preuve de l'indépendance des mouvements rhythmiques du cœur et du système nerveux. Si, en effet, on soumet un animal à l'action de cette substance, les filaments périphériques moteurs du cœur sont empoisonnés, de même que les filaments périphériques moteurs des muscles de la vie animale ou du bulbe, et la preuve que l'on en a, c'est que toute excitation électrique du pneumogastrique, faite à une certaine période de l'empoisonnement, est incapable de retentir sur le cœur et d'arrê-

ter ses mouvements, comme cela arrive dans les conditions normales. Privé, par conséquent, de tout influx nerveux, le cœur continue à se contracter.

Cette indépendance du rhythme, par rapport au système nerveux, n'a pas été prouvée expérimentalement seulement pour le cœur, mais encore pour le diaphragme. M. Vulpian a vu les mouvements persister après la destruction des centres nerveux et celle des nerfs phréniques. M. Brown-Séquard, d'autre part, a constaté qu'ils persistaient après l'extirpation du ganglion semi-lunaire et des petits ganglions ou des plexus voisins. Il a de plus constaté que le rhythme du diaphragme, après la section des nerfs diaphragmatiques, restait le même ou à peu près le même que celui des respirations. Enfin M. Vulpian a montré que le rhythme subsistait après l'empoisonnement par le curare, quoique les filets nerveux diaphragmatiques ne fussent plus excitables.

Dans ces derniers temps, on a fait jouer à la disposition plexiforme des fibres nerveuses un rôle important dans le mouvement péristaltique de l'intestin. D'après Meinsser et Billroth, le tissu muqueux de l'intestin serait, comme le soupçonnait Willis, une véritable tunique nerveuse. Si l'on suit un tronc nerveux on le voit, d'après ces auteurs, se subdiviser et se transformer enfin en un véritable réseau, présentant en divers points des nodosités très-distinctes; de ces nodosités partent de véritables lacis, de sorte que les ramifications nerveuses ont une certaine analogie avec les réseaux capillaires. Virchow pense que ces nodosités ne sont autres que de petits renflements ganglionnaires qui peuvent être considérés comme des points de renforcement pouvant diminuer on arrêter l'action nerveuse, et, pour cet auteur, la disposition plexiforme expliquerait comment les irritations portant sur un seul point de l'intestin se transmettraient, de partie en partie, en passant de réseau en réseau. Cette explication n'aurait chance d'être acceptée que si les irritations faites sur la muqueuse seule provoquaient le mouvement péristaltique; mais, on sait que les excitations les plus légères, même celle produite par l'air, appliquées sur la face externe de l'intestin provoquent aussi ce mouvement.

Une dernière opinion, essentiellement différente de celles qui précèdent, a été émise par M. Brown-Séquard ; pour cet auteur, la cause du rhythme du cœur en particulier serait dans la présence du sang veineux, sang chargé d'acide carbonique qui, après chaque contraction, s'accumulerait dans les vaisseaux capillaires (voy. p. 515). Cette opinion, soutenue encore par Radcliffe, paraît peu probable, car, d'une part, le rhythme existe dans des cœurs d'animaux privés de vaisseaux, tels que les cœurs de grenouilles ; d'autre part, M. Castell a fait voir que le cœur d'une grenouille, séparé du corps et plongé dans du gaz acide carbonique, ne bat pas plus fortement que dans l'air, et que ses mouvements s'arrêtent beaucoup plus tôt.

Si donc le mouvement rhythmique ne dépend ni des centres, ni des troncs, ni des filaments périphériques, ni des ganglions nerveux, ni du

sang contenu dans les organes qui en sont le siége, il faut nécessairement admettre que le rhythme est une propriété spéciale inhérente à certains muscles, propriété qui ne peut relever que de la propre structure de ceux-ci. Quant au concours que le système nerveux apporte à cette propriété, on ne peut voir en lui qu'une influence stimulatrice et régulatrice. C'est le système nerveux, en effet, qui éveille le rhythme quand il n'est pas constant, comme dans l'intestin; c'est lui qui fournit l'excitation nécessaire pour proportionner l'intensité de ses effets aux besoins de la fonction à laquelle il concourt. Ainsi envisagée, sa puissance est toujours involontaire et dérive du pouvoir excito-moteur de la moelle, mis en jeu par des impressions périphériques, de même, du reste, que la propriété de contractilité des muscles de la vie végétative privés de rhythme. Au point de vue du mécanisme nerveux qui les régit, les mouvements involontaires des muscles de la vie organique sont par conséquent des mouvements réflexes.

Index bibliographique (Caractères différentiels des mouvements musculaires).—MULLER, *Traité de physiologie*, t., II. — DUCHENNE (de Boulogne), *Physiologie des mouvements*. Paris, 1867. — FLOURENS, *Recherches expérimentales sur les propriétés et les fonctions du système nerveux, etc.* 2e édition. Paris, 1842. — BOUILLAUD, *Recherches expérimentales et cliniques tendant à refuter l'opinion de Gall sur les fonctions du cervelet* (*Arch. génér. de médecine*, 1828). — WAGNER, *Recherches critiques et expérimentales sur les fonctions du cerveau*, in *Zeitschrift für rationelle Medicin*, 1861.—DALTON, *On the Cerebellium as the Centre of Coordination of the Voluntary Movements*, in *Arch. Journ. of Med. Science*, 1861. — ROUGET, *Introduction sur la physiologie des actions réflexes*, in *Leçons sur le diagnostic et le traitement des principales formes de paralysie des membres inférieurs*, par M. Brown-Séquard. Paris, 1864. — S. JACCOUD, *Études de pathogénie et de séméiotique* (*les paraplégies et l'ataxie du mouvement*). Paris, 1864. — TOPINARD, *De l'ataxie locomotrice*. Paris, 1864. — LUYS, *Recherches sur le système nerveux cérébro-spinal*. Paris, 1865. — CHEVREUL, *Archives de médecine*, 2e série, 1833. — IDEM, *Revue des deux mondes*, 1833. — IDEM, *De la baguette divinatoire*, 1854. — DEBROU, *Recherches sur les mouvements involontaires qui sont exécutés par les muscles de la vie animale* (*Arch. gén. de méd.*, t. XV, 4e série). — BROWN-SÉQUARD, *Existence d'un mouvement rhythmique dans le jabot des oiseaux* (*Comptes rendus et Mémoires de la Société de biologie*, t. II, année 1850). — IDEM, *Du rhythme dans le diaphragme et dans les muscles de la vie animale après leur séparation des centres nerveux* (*Journal de phys.*, année 1859). — IDEM, *Experimental Researches*. New-York, 1853. — DONDERS, *Physiologie des Menschen*. — RIGOT (d'Alfort), *Compte rendu des travaux de l'École royale vétérinaire d'Alfort pendant l'année* 1836-37. — VULPIAN, *Sur la contractilité des uretères* (*Compt. rend. et Mém. de la Soc. de biologie*, année 1858). — IDEM, *Observations physiologiques faites sur des animaux empoisonnés par le curare et soumis à la respiration artificielle* (*Compt. rend. et Mém. de la Soc. de biol.*, an. 1858). — IDEM, *De la contractilité des vaisseaux de l'oreille chez les lapins* (*Compt. rend. et Mém. de la Soc. de biol.*, année 1855). — SCHIFF, *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, t. XXXIX, 1864.—WHARTON JONES, *London Medico-Chir. Transactions*, 1853. — DUVERNOY, *Annales des sciences naturelles*, 1837, t. VIII. — HALLER, *Elementa physiologiæ*. — MULLER, *Traité de physiologie*, t. II. — VOLKMANN, *Müller's Archiv für Anat. und Physiol.*, 1844. — LUDWIG, *même recueil*, 1848. — BIDDER, *même recueil*, 1852.— VIRCHOW, *Pathologie cellulaire*. Paris, 1861. — BROWN-SÉQUARD, *On the Cause of the Beatinge of the Heart*, in *Experimental Researches applied to Physiology and Pathology*, 1853.— RADCLIFFE, *The Physical Theory of Muscular Contraction* (*Medical Times*, 1855). — CASTELL, *Ueber das Verhalten des Herzens in verschiedenen Gazarten*, in *Müller's Archiv für Anat. und Physiol.*, 1854.

DE L'EFFORT.

On appelle *effort* la contraction simultanée d'un certain nombre de muscles, effectuée dans le but de vaincre une résistance ; cette résistance peut être placée en dehors de nous, comme celle d'un poids à soulever, ou en dedans de nous, comme celle que les sphincters opposent à l'issue des matières fécales, de l'urine, comme celle aussi que présentent les mucosités contenues dans l'arbre aérien quand il s'agit de les expulser.

Dans ces diverses conditions, les muscles qui prennent part à l'effort interviennent de deux façons différentes ; les uns servent à accomplir le mouvement nécessaire et voulu, les autres servent d'une manière quelconque à la fixité du thorax. Cette fixité du thorax est en quelque sorte, chez l'homme, l'élément essentiel de l'effort, elle est de toute nécessité, afin que les muscles du cou, ceux des bras, plusieurs muscles destinés à déterminer la rigidité de la colonne vertébrale, à fixer la partie supérieure des membres pelviens et à assurer la stabilité de l'équilibre puissent prendre un point d'appui sur les pièces des parois thoraciques.

Le mécanisme de l'effort n'est pas le même dans tous les cas ; avec M. Verneuil, nous distinguerons sous ce rapport trois sortes d'efforts 1° l'effort thoraco-abdominal ou général ; 2° l'effort thoracique ; 3° l'effort abdominal ou expulseur.

Effort thoraco-abdominal. — L'effort thoraco-abdominal s'opère fréquemment dans l'action de soulever un fardeau, d'attirer à soi ou de repousser un corps d'un certain volume. Pour l'exécuter, l'individu fait d'abord une ample respiration, de manière à introduire dans son poumon la plus grande quantité d'air possible, après quoi il ferme instinctivement sa glotte, et emprisonne de cette façon l'air contenu dans la trachée, les bronches, les cellules pulmonaires ; puis, les muscles expirateurs, et ceux qui recouvrent la poitrine, et ceux qui entrent dans la constitution de la paroi abdominale se contractent simultanément, et font subir à l'air renfermé dans le poumon une compression qui a pour résultat d'augmenter sa tension. La cage thoracique est soumise ainsi à deux forces agissant en sens inverse, d'une part celle de l'air qui par sa tension tend à la repousser en dehors, d'autre part celle des muscles expirateurs qui tend à la repousser en dedans ; ces deux forces s'équilibrent bientôt, et de cette équilibre résulte l'immobilité de la poitrine.

Parmi tous ces actes, un des plus importants est sans contredit l'occlusion de la glotte, qui, pendant tout le temps de l'effort, lutte contre la contraction synergique des muscles expirateurs. Cette occlusion est incontestable. Il est facile de la constater si, à l'exemple de M. Longet, après avoir détaché le larynx de l'os hyoïde, on porte celui-ci en avant ; chaque fois qu'on suscite un effort un peu énergique de la part de l'animal, en lui pinçant par exemple le nerf sciatique, on voit la glotte se fermer. M. Colin (d'Alfort) a pu s'assurer, chez le cheval, de l'occlusion glottique

en faisant usage d'un procédé moins sanglant que le précédent; ce procédé consiste à enlever la lame fibreuse qui ferme l'échancrure du cartilage thyroïde. Chez l'homme, la fermeture de la glotte est aussi des plus faciles à constater, par l'examen laryngoscopique. Si, pendant cet examen, on prie le sujet d'accomplir un effort, immédiatement les lèvres de la glotte vocale se rapprochent jusqu'au contact. Cet examen permet aussi de reconnaître que l'occlusion du larynx ne se produit pas seulement par l'adossement des cordes vocales inférieures, mais encore par celui des cordes vocales supérieures, fait sur lequel M. Krishaber paraît avoir le premier appelé l'attention.

On démontre facilement aussi chez l'homme que l'occlusion des voies aériennes est aussi parfaite que possible lors d'un effort énergique; pour cela, il suffit d'exposer une glace devant le nez et devant la bouche pendant la production d'un effort; on constate alors que la glace n'est nullement ternie par de la vapeur d'eau, ce qui n'arriverait nécessairement pas s'il s'échappait par le larynx la plus faible quantité d'air. Pour cette occlusion des orifices glottiques il y a tout lieu de penser que les cordes vocales inférieures remplissent un rôle bien plus efficace que les cordes vocales supérieures; celles-ci, en effet, ne peuvent se rapprocher que par l'action des fibres musculaires grêles du petit muscle aryténo-épiglottique. Or, il est difficile d'admettre que ce muscle puisse lutter avec beaucoup d'avantages avec les larges muscles expirateurs du thorax et de l'abdomen.

Il ne faudrait pas croire cependant que l'occlusion des voies aériennes soit indispensable à la production de l'effort thoraco-abdominal. M. Longet, en effet, a pu constater, sur des animaux, la simultanéité d'efforts avec l'issue de gaz expiré à travers la glotte seulement rétrécie. On sait, du reste, que l'on peut produire des efforts même assez considérables en causant, en chantant, la glotte, par conséquent, demeurant entr'ouverte; l'occlusion de la glotte peut donc être complète dans l'effort, contrairement à ce que pensaient M. Isidore Bourdon et Jules Cloquet. Mais, ce résultat n'est pas en contradiction avec la théorie générale de l'effort. Il s'explique par ce fait, que l'air trouve dans la glotte rétrécie un obstacle non plus absolu, mais relatif à son écoulement, et la quantité qui reste dans le poumon est suffisante pour concourir à donner à la cage thoracique une fixité assez grande pour l'exécution de l'effort.

Quelques auteurs ont pensé que l'effort thoraco-abdominal pouvait se produire sans l'intervention de la glotte, notamment chez les sujets portant une canule dans leur trachée. Le fait de la production de l'effort dans cette circonstance n'est pas douteux. Ainsi, un infirmier auquel Velpeau avait pratiqué la trachéotomie portait une canule toujours ouverte, malgré cela, il faisait des efforts tout aussi considérables qu'avant l'opération; mais, ce qui est douteux, c'est que ces efforts s'exécutent par le type thoraco-abdominal, car il est difficile d'admettre que dans cette condition la poitrine ne s'affaisse pas sous l'influence des moindres

contractions des expirateurs, et, dès lors, la fixité des muscles de la racine du membre supérieur nécessaire à la production de l'effort, pour peu qu'il soit intense, est rendue impossible.

Dans l'effort thoraco-abdominal il n'y a pas que les sphincters glottiques qui se contractent, mais encore les sphincters anal et vésical. Ceux-ci luttent en quelque sorte à la façon de la glotte vocale contre la contraction des muscles abdominaux. De cette lutte résulte surtout une augmentation dans la tension des gaz de l'intestin, qui, d'une part, permet aux muscles de la paroi ventrale de prendre sur eux un point d'appui résistant pour leur contraction, qui, d'autre part, tend à refouler le diaphragme vers la cavité thoracique. Dans l'effort thoraco-abdominal, les phénomènes qui se passent du côté de l'abdomen ne sont, par conséquent, que l'imitation en quelque sorte de ceux qui se passent du côté du thorax, les uns et les autres concourant au même but, la fixité de ce dernier.

Effort thoracique. — Sous ce nom M. Verneuil, comprend l'effort dans lequel la respiration n'est pas suspendue et qui consiste surtout dans la contraction énergique et brusque des muscles dilatateurs externes du thorax, mais encore dans la continuation, dans la persistance de cette contraction, qui ne cesse que par la fatigue des muscles, ou parce que la dilatation forcée qu'ils amènent dans le thorax est surmontée par une pression supérieure. M. Verneuil fut conduit à admettre cette variété d'effort, en observant ce qui se passe dans des luttes entre athlètes. Il avait remarqué que pendant l'étreinte prolongée à laquelle ceux-ci se soumettent réciproquement, la poitrine préalablement dilatée par une forte inspiration restait ensuite immobile et résistante. Pendant ce temps la respiration s'effectuait néanmoins, ce qui indiquait nécessairement la perméabilité de la glotte; mais elle s'opérait uniquement à l'aide du diaphragme; le soulèvement rhythmique de la région épigastrique l'indiquait clairement et s'appréciait sans peine, car les lutteurs, comme on le sait, sont presque entièrement nus.

Sans mettre en doute d'une façon absolue ce mécanisme de l'effort dit thoracique, nous croyons cependant que l'immobilisation de la poitrine qui l'accompagne ne tient point, dans la généralité des cas au moins, à l'action des inspirateurs, mais tient à ce que les côtes, chez les sujets qui exécutent cet effort sont fixes naturellement, et incapables de concourir au resserrement du thorax. Les raisons sur lesquelles nous nous reposons sont les suivantes. On sait surtout depuis les belles recherches de MM. Beau et Maissiat que les mouvements respiratoires ne se font pas invariablement de la même manière chez tous les individus et n'ont pas lieu dans les mêmes points des parois du thorax. Les uns respirent par le ventre (type abdominal) tandis que les autres respirent par la poitrine, et, parmi ceux-là, les uns respirent surtout par les six dernières côtes (type costo-inférieur) les autres surtout par les six premières (type costo-supérieur).

Dans la grande majorité des cas, chaque personne a son mode particulier de respiration qui lui reste affecté d'une manière invariable. Ainsi

tel individu qui respire par l'abdomen ne respire pas par les côtes inférieures, tel individu qui respire par les côtes inférieures ne respire pas par les côtes supérieures. Et, comme le font à juste raison observer MM. Beau et Maissiat, ce qu'il y a de remarquable c'est que chez plusieurs sujets le type ne change pas, lors même que la respiration devient violente ou exagérée ; ainsi, chez certains sujets qui ont le type abdominal, la respiration reste abdominale dans toutes les respirations exagérées. Or, chez ces sujets qui ont naturellement la paroi externe de la poitrine fixe, ne pouvant se dilater ni revenir sur elle-même, on comprend qu'il n'est nullement besoin pour produire l'effort de puissances musculaires qui assurent son immobilité. Nous avons pu nous assurer de ce fait chez un certain nombre d'individus à poitrine bien conformée; nous l'avons reconnu aussi chez un jeune homme rachitique et bossu, dont la poitrine, de forme globuleuse, demeurait dans l'immobilité la plus absolue, quelles que fussent les respirations complexes qu'il exécutait. Pendant l'effort, chez ce sujet notamment, le diaphragme continuait à se contracter comme en dehors de l'effort, et la force musculaire qu'il développait, loin d'être moins considérable que chez la plupart des individus, était supérieure; sa force, essayée avec le dynanomètre tenu dans une main, correspondait à 51 kilogrammes. Ce qui se réalisait chez ce sujet se réalise, du reste, chez les animaux qui possèdent le type de respiration abdominale, chez le cheval; qu'on regarde, par exemple, par un temps froid un de ces animaux traînant une lourde charge, et l'on reconnaîtra par la vapeur d'eau qui s'échappe des narines que les inspirations et les expirations ne sont nullement modifiées par rapport à ce qu'elles sont quand l'animal est en repos, si ce n'est qu'elles sont plus fréquentes. Pendant l'effort, par conséquent, chez le cheval, l'immobilisation naturelle de la poitrine assure un point d'appui fixe aux muscles des membres antérieurs et aux muscles de l'abdomen qui s'insèrent sur elle. Il est facile de comprendre d'après cela que des chevaux puissent encore produire des efforts tout aussi considérables quand une ouverture artificielle a été pratiquée dans la trachée que dans les conditions normales.

En résumé, nous sommes porté à admettre que l'effort thoraco-abdominal se produit surtout chez les individus possédant les types de respiration costo-supérieurs, ou costo-inférieurs, tandis que l'effort dit thoracique se produit surtout chez les individus à type abdominal.

Effort abdominal. — Cet effort diffère surtout des autres efforts parce que les contractions des muscles de l'abdomen se font de manière à vaincre la résistance qu'opposent les sphincters à l'issue des matériaux contenus dans les réservoirs auxquels ils appartiennent. C'est ainsi qu'il concourt à l'expulsion de l'urine, des fèces, des matières alimentaires contenues dans l'estomac lors du vomissement, enfin du fœtus pendant l'accouchement.

Dans cette sorte d'effort la poitrine immobilisée fournit aux muscles de la paroi abdominale des points d'appui résistants qui permettent à ceux-

ci de concentrer leur action avec toute l'énergie désirable sur le réservoir qui est à vider.

Cet effort se rapproche beaucoup aussi de celui qu'on exécute quand il s'agit d'expulser hors des voies aériennes, ou hors du pharynx des mucosités ou des corps étrangers que ces organes renferment, comme dans la toux, l'action d'expectorer, l'action de se moucher, l'action d'éternuer. Seulement, dans ces divers actes, le sphincter qui reste ouvert est la glotte, de là une contraction brusque des expirateurs et un affaissement rapide des parois thoraciques, de là l'augmentation subite de la tension de l'air contenu dans le poumon. Comme cet air peut circuler dans les voies respiratoires, il balaye en quelque sorte les corps fixés à leur paroi interne, et concourt de cette sorte à leur expulsion. Dans l'action de se moucher, d'éternuer, la tension devient plus considérable encore par la diminution de calibre que prennent les narines, sous l'influence de leurs muscles constricteurs dans le premiers cas, sous l'influence des doigts dans le second cas.

Applications pathologiques. — Le mécanisme des divers efforts tel que nous venons de l'indiquer, mécanisme qui intervient si utilement dans les actes moteurs les plus habituels, peut cependant entraîner avec lui des accidents. Ces accidents sont inhérents à la tension que l'air contenu dans le poumon, que les gaz contenus dans l'intestin, acquièrent lors de la compression indirecte exercée sur eux par les muscles expirateurs. La tension de l'air contenu dans l'intérieur des voies aériennes croissant par la pression comme le carré des forces, tend, comme nous le savons, à repousser excentriquement les parties qui les contiennent; si cette tension l'emporte sur l'élasticité ou la résistance de celles-ci, il se produit nécessairement ou des dilatations ou des ruptures; de là l'emphysème pulmonaire vésiculaire caractérisé par la dilatation permanente des vésicules; de là, l'emphysème interlobulaire caractérisé par le passage de l'air dans le tissu cellulaire interlobulaire; de là aussi quelquefois, l'emphysème général, si la face interne du poumon en rapport avec le médiastin est déchirée en même temps qu'une portion de son parenchyme. Du médiastin l'air infiltré gagne le cou, puis le tissu cellulaire périphérique; ce dernier accident arrive surtout chez les femmes en couches et chez les enfants affectés de coqueluche. Louis, a rapporté aussi dans les Mémoires de l'Académie de chirurgie plusieurs observations d'emphysèmes généralisés survenues à la suite de toux convulsives sollicitées par la présence de corps étrangers engagés dans les voies aériennes.

Rarement des ruptures s'effectuent par ce mécanisme dans les grosses bronches, la trachée, ces organes jouissant d'une solidité relativement considérable par rapport aux cellules pulmonaires, à moins que la rupture ne soit préparée par une cause morbide. Quand ces conduits sont le point de départ de l'emphysème, c'est en général à la suite de blessures, intéressant toute l'épaisseur de ces conduits; alors, l'effort n'est pas

nécessaire pour le produire; la tension qu'aquiert l'air dans l'expiration ordinaire est plus que suffisante pour faire passer celui-ci par l'ouverture qui a été pratiquée, et même pour favoriser son acheminement dans le tissu cellulaire de toute l'économie. Mais, au bout d'un certain temps la gêne de la respiration due à l'emphysème des parties extra-thoraciques nécessite des efforts de respiration considérables, efforts qui dans un temps très-rapide peuvent provoquer l'issue de gaz au point de rendre, les malades monstrueux et méconnaissables.

La tension qu'acquiert l'air dans les fosses nasales, lors de l'action de se moucher surtout, peut être cause de quelques accidents parmi lesquels nous citerons le passage de l'air dans l'oreille moyenne, par l'intermédiaire de la trompe d'Eustache ; celui-ci, en refoulant la membrane du tympan, donne lieu à une surdité momentanée et facile en général à faire disparaître par un mouvement de déglution. Nous citerons encore l'emphysème du tissu cellulaire extérieur au sac lacrymal, surtout dans les cas où une ulcération siége sur la muqueuse, enfin l'emphysème fréquent du nez et de la face dans les cas de fractures des os nasaux.

Obéissant à sa force élastique, l'air contenu dans les vésicules pulmonaires tend dans l'effort, comme nous l'avons vu, à repousser excentriquement toutes les parties en rapport avec la face externe du poumon. Dans les conditions ordinaires, cette pression effectuée sur la cage thoracique, se faisant uniformément sur des parties résistantes, se borne tout au plus, et cela chez certains sujets seulement, à faire bomber les muscles intercostaux. Mais il peut arriver que ces muscles possèdent en certains points une résistance moins considérable que dans d'autres. De là la possibilité d'une hernie du poumon à travers l'espace intercostal ; c'est à cette sorte de hernie que l'on a donné le nom de spontanée. Que si maintenant pendant un effort une plaie est faite à la paroi thoracique, le poumon, obéissant à la tension des gaz contenus dans son intérieur, pourra s'échapper à l'extérieur, et, dans ce cas, la hernie se fera quelquefois avec une rapidité telle que certains chirurgiens ont pu croire que le viscère avait été attiré au dehors par l'instrument qui avait fait la plaie. Enfin, à la suite d'abcès, de fractures, etc., on voit souvent des hernies pulmonaires se produire par le même mécanisme. Celui-ci nous rend compte aussi d'un signe d'une grande utilité pour le diagnostic, nous voulons parler du mouvement d'expansion que possède la tumeur herniaire lors d'un effort. Il faut savoir cependant que ce signe peut manquer; c'est ce qui arriva, par exemple, dans un cas signalé par M. Larrey à la Société de chirurgie. Il est probable que cette anomalie tient à ce que l'effort effectué par le sujet n'était pas un effort thoraco-abdominal, mais bien un effort thoracique. On conçoit que dans cette condition la respiration diaphragmatique continuant, alors que la glotte est ouverte et la poitrine fixe, l'air pendant l'effort ne puisse venir distendre la poche herniaire. On conçoit encore que chez ces sujets les mouvements d'expansion de la hernie qui ne se font pas pendant un effort ordinaire, puis-

sent se réaliser pendant des efforts de toux; en effet, pendant la toux l'air acquiert dans le poumon une tension qu'il ne possède pas dans le cas d'effort thoracique.

La tension des gaz pulmonaires pendant l'effort nous rend compte encore des déchirures du poumon sans lésion des côtes sous l'influence d'une pression considérable exercée sur la poitrine; les côtes et les cartilages étant élastiques jusqu'à un certain point, peuvent, en effet, sous cette influence, se redresser sans se rompre, mais ceux-ci transmettant en se redressant le choc extérieur au poumon distendu par l'air, et qui ne peut revenir sur lui-même, le font en quelque sorte éclater dans les portions qui sont comprimées. C'est là une explication que nous devons à M. Gosselin.

Une pression analogue à celle qui est exercée par la face externe du poumon sur la paroi thoracique costale est exercée aussi lors de l'effort par sa face interne sur l'organe important avec lequel cette dernière se trouve en rapport, c'est-à-dire le cœur. De là résulte la diminution de la force et de la vitesse de ses battements, et même, chez certains sujets, leur suspension complète. Sans nier cette influence toute mécanique, M. Brown-Séquard admet l'intervention d'une autre cause, de nature vitale. Il pense que c'est surtout par une action réflexe que les battements de cet organe sont diminués. Les impressions faites dans l'effort sur la muqueuse du poumon par l'air se transmettraient par les branches pulmonaires du nerf vague à l'encéphale, lequel réagirait sur le cœur par les branches cardiaques du même nerf. Cet auteur se fonde surtout pour soutenir cette opinion: 1° sur la diminution des battements du cœur chez des animaux auxquels on a ouvert la poitrine, et qui font de grands efforts respiratoires; 2° sur l'absence de cette diminution chez les mêmes animaux quand on leur a coupé le nerf vague.

La tension à laquelle l'air est soumis pendant l'effort peut être encore, comme on le comprend facilement, un obstacle sérieux à la circulation du sang qui parcourt le réseau capillaire des vésicules et par suite à la circulation des troncs. De là résulte la dilatation du cœur droit par le liquide sanguin, dilatation qui peut aller jusqu'à la rupture; de là aussi le ralentissement de la circulation dans le système veineux général, et, comme conséquence de ce ralentissement, la coloration bleuâtre de la face, la turgescence du corps thyroïde, la difficulté d'arrêter les hémorrhagies qui se produisent dans certaines opérations pratiquées au cou, telles que la trachéotomie, ou à la suite de l'amygdalotomie, si le sujet fait des efforts.

Par contre, si l'effort favorise le ralentissement de la circulation veineuse, il active, du moins à son début la circulation artérielle. De là la possibilité des ruptures vasculaires dans le cerveau, la rétine, la conjonctive, la muqueuse pituitaire; de là, la formation d'anévrysmes; de là, la rupture de ces poches, fréquente dans cette condition.

Nous devrions parler ici des modifications que l'effort imprime au

pouls; mais nous pensons qu'il y a avantage à reporter cette question au chapitre dans lequel nous nous occuperons de la sphygmographie.

Nous avons vu que les organes contenus dans l'abdomen sont pendant l'effort, de même que ceux contenus dans le thorax, soumis à une pression plus ou moins considérable; celle-ci peut entraîner avec elle des conséquences souvent fâcheuses; signalons en particulier la production des hernies abdominales qui reconnaissent pour cause l'expansion élastique des gaz abdominaux. En effet, ces gaz sont d'abord violemment comprimés par l'action simultanée des muscles expirateurs, puis leur réaction proportionnelle à la compression qu'ils subissent s'exerce sur les parois abdominales qui cèdent par leur point faible, en laissant sortir au dehors, soit l'intestin lui-même, soit les autres viscères qui obéissent à la réaction élastique des gaz intestinaux.

La pression à laquelle l'aorte abdominale est soumise n'est pas non plus sans exercer une influence au début de l'effort sur la rapidité de la circulation, et est par conséquent une cause provocatrice de la formation ou de la rupture de certains anévrysmes siégeant sur son trajet.

Signalons encore les effets de cette pression sur le nerf sciatique dans les cas où ce nerf est affecté de névralgie. Alors, la douleur augmente généralement quand le malade fait un effort; de plus, elle s'irradie souvent dans toute la longueur du nerf, quand le paquet intestinal comprimé par les muscles expirateurs réagit contre l'aponévrose du bassin et contre les nerfs qui lui sont juxtaposés. Il est donc naturel que si le nerf sciatique et le plexus sacré sont affectés de névralgie, la douleur de ces nerfs augmente par la pression exercée sur eux par les viscères abdominaux, de la même manière qu'elle augmente quand on comprime directement le nerf sciatique avec les doigts à sa sortie du bassin. Cette circonstance pathologique, signalée et expliquée par MM. Beau et Maissat, a servi à ces auteurs, par son absence, à démasquer certaines affections, qui d'abord leur avaient paru des sciatiques et qui n'étaient que des rhumatismes fixés sur les muscles ou sur les tissus fibreux de la cuisse.

DE LA FORCE MUSCULAIRE DÉVELOPPÉE DANS L'EFFORT. — La force réelle déployée lors de l'effort dans le but de vaincre une résistance extérieure échappe à tout calcul, car le travail effectué ne représente jamais la force qui a été dépensée. Une partie de cette force s'épuise dans des résistances indifférentes à l'effet utile, telles que celles qu'offrent les frottements des muscles sur les parties voisines, le glissement des surfaces articulaires les unes sur les autres, l'insertion oblique des fibres musculaires sur leurs tendons, des tendons sur les leviers auxquels ils s'insèrent, etc. Néanmoins il n'est pas sans intérêt de connaître la force relative que l'homme est susceptible de développer, et de comparer celle-ci à celle des animaux.

Pour évaluer cette force chez l'homme, on se sert ou de poids dont on connaît la valeur, ou du dynamomètre. Cet instrument consiste en un ressort dont la tension déterminée par la force qu'on emploie, fait mou-

voir une aiguille sur une portion de cercle portant une échelle de kilogrammes. Pour mesurer la force de pression exercée par les mains, on saisit en travers les deux branches du ressort, et on les rapproche le plus possible l'une de l'autre. Cet effort fait marcher l'aiguille qui correspond, là où elle s'arrête, au nombre de kilogrammes représentant le poids de la résistance vaincue. Si l'on veut mesurer la force de traction, l'effort s'exerce sur l'une des extrémités de l'instrument par l'intermédiaire de lacs, l'autre extrémité étant fixe.

Avec l'emploi de ces deux moyens, on est arrivé aux résultats suivants : Pour la force développée par les épaules chargées de poids, Gerdy dit s'être convaincu auprès d'hercules, sur la véracité desquels il pouvait compter, que ceux-ci pouvaient soulever 2000 kilogrammes. L'homme, soulevant un fardeau placé entre ses jambes, peut détacher du sol et élever à une certaine hauteur un poids de 138 kilogrammes. Exerçant un effort considérable de pression sur un dynamomètre tenu dans une de ses mains, il marque à celui-ci de 25 à 58 kilogrammes.

La force de traction étant pour le chirurgien la plus importante à connaître exactement, nous avons prié M. Robert, fabriquant d'instruments de chirurgie, de vouloir bien évaluer cette force sur un certain nombre de ses ouvriers; vingt individus de différents âges ont été mis en expérience. Les tractions ont été faites par chacun dans trois conditions différentes : 1° avec les deux mains, le corps porté en arrière; 2° en tirant par devant la poitrine avec une sangle; 3° en tirant de la même façon par derrière le dos. De plus, chaque individu a exercé deux sortes de tractions, l'une continue et graduelle sans secousse, l'autre continue et graduelle se terminant par une secousse. Le tableau suivant résume les résultats obtenus.

AGE.	Tirage à deux mains le corps en arrière.		Tirage par devant la poitrine.		Tirage par derriere le dos.	
	Sans secousse.	Avec secousse.	Sans secousse.	Avec secousse.	Sans secousse.	Avec secousse.
	kil.	kil.	kil.	kil.	kil.	kil.
De 18 à 30 ans.	31,50	92,50	29,00	100,50	30,50	92,00
De 31 à 40 ans.	35,16	97,00	34,50	79,83	30,00	97,50
De 41 à 53 ans.	48,75	117,50	45,00	131,25	52,00	144,25

Par ce tableau, on voit que la force va croissant, qu'elle s'applique à une traction continue sans secousse ou avec secousse, jusqu'à l'âge de cinquante ans environ. Ce résultat ne s'obtiendrait pas sans doute avec des sujets qui ne seraient pas habitués aux travaux manuels. On voit aussi que la secousse effectuée pendant une traction, déplace une résis-

tance qui, presque toujours, est trois fois plus considérable que dans une traction sans secousse. Ce dernier résultat confirme en tout point celui que Malgaigne avait obtenu. Ce chirurgien avait reconnu qu'un aide de force ordinaire ne tire guère par un effort au delà de 30 kilogrammes; mais que dans une brusque saccade, il peut faire monter l'aiguille à 60, 80 et 90 kilogrammes; c'est-à-dire doubler et même tripler la traction primitive.

On comprendra facilement l'importance de ces données, car, si dans les tentatives faites pour réduire une luxation, trois ou quatre aides tirant sur un membre, se réunissant dans un effort subit, la force employée peut l'emporter sur la résistance du membre entier ou sur celle de ses muscles seulement; de là l'arrachement du premier, dont on a plusieurs exemples, la déchirure des seconds.

En général, dans les tentatives faites pour réduire des luxations, on déploie une force qui ne dépasse guère 200 à 250 kilogrammes (Malgaigne). Quelques chirurgiens, tels que M. Sédillot, ne vont jamais au delà de 150 à 175 kilogrammes. Une fois, M. Maston a réduit une luxation sous-pubienne avec 275 kilogrammes; c'est le plus haut degré de force que l'on ait vu déployer jusqu'à ce jour.

On a cherché aussi à connaître le nombre d'unités de travail que l'homme peut produire par minute d'une manière continue. Nous empruntons à M. Gavarret les résultats qui ont été obtenus. Les hommes manœuvrant une sonnette à tiraude doivent soulever chacun, à 1 mètre de hauteur, 20 kilogrammes du poids total du mouton et frapper 20 coups par minute; ce qui représente une production de 400 unités de travail par minute. Dans la manœuvre du cabestan, chaque homme doit exercer à l'extrémité du levier sur lequel il agit une pression de 12 kilogrammes, et marcher avec une vitesse de 36 mètres par minute; la production est dans ce cas de 432 unités de travail par minute. Enfin un homme qui tourne une manivelle de 32 centimètres de rayon doit exercer sur la poignée une pression de 8 kilogrammes à raison de 25 tours par minute; dans ce dernier cas, le rendement est encore de 400 unités de travail par minute. Le poids de l'homme étant en moyenne de 65 kilogrammes, le nombre des unités de travail qu'il peut produire par minute d'une manière continue est donc égal à environ six fois le poids de son propre corps.

Quetelet a cherché à comparer la force musculaire de l'homme avec celle du cheval. Cet auteur a trouvé que l'effort des deux mains d'un homme était au dynamomètre d'environ 55 kilogrammes et de 33 kilogrammes seulement pour une femme. L'effort qu'un cheval exerce en tirant équivaut à 300 ou même 400 kilogrammes. Or, l'homme pèse en moyenne 65 kilogrammes, le cheval 600 kilogrammes; le premier exerce donc un effort de traction égal aux cinq sixièmes, le second un effort égal seulement à la moitié ou aux deux tiers de son propre poids.

D'autre part, on a évalué, comme on l'avait fait chez l'homme, le nombre d'unités de travail que le cheval peut produire par minute. D'après

M. Gavarret, un bon cheval de roulier qui travaille six jours par semaine peut exercer une force de traction de 50 kilogrammes et marcher avec une vitesse de 3 kilomètres par heure ou 50 mètres par minute; il produit ainsi par minute un nombre d'unités de travail égal à 2500 kil., c'est-à-dire égal seulement à quatre fois le poids de son corps, tandis que l'homme, comme nous l'avons vu, produit par minute un nombre d'unités de travail égal à environ six fois le poids de son propre corps.

La force musculaire des oiseaux n'a pas été évaluée expérimentalement, mais il y a tout lieu de croire que, relativement au volume du corps, cette force est supérieure à celle des mammifères, si l'on en juge par la force que les oiseaux déploient pour s'échapper des mains qui les retiennent, ou par les poids relativement considérables que certains animaux de proie soulèvent, poids bien supérieurs à ceux de leur propre corps.

Dans ces derniers temps un savant belge, M. Felix Plateau, a entrepris de mesurer, à l'aide d'expériences fort délicates, l'énergie musculaire des insectes. Il a étudié cette énergie dans trois conditions différentes : 1° dans les efforts de traction, 2° dans les efforts de poussée, 3° dans ceux du vol.

Pour évaluer les efforts de traction, il attelait l'insecte à un fil horizontal qui passait sur une petite poulie très-mobile et qui portait un petit plateau de balance, lesté d'un peu de sable. Il s'arrangeait de manière à empêcher l'animal de dévier latéralement et l'excitait à marcher. Puis, il versait graduellement du sable dans le plateau, jusqu'au moment où l'insecte refusait de marcher. On pesait ensuite le plateau et l'insecte et l'on arrivait ainsi à connaître le plus grand effort que chaque individu pouvait réaliser. M. Plateau a obtenu dans ses expériences les résultats suivants, chez des coléoptères : un hanneton tirait un poids égal à vingt-trois fois celui de son propre corps; une espèce beaucoup petite, le hanneton du genre *Anomala*, développait un effort moyen égal à vingt-quatre fois son propre corps; dans un cas, l'effort moyen est allé à soixante-six fois le poids du corps. Chez un très-petit staphylien le *Quedius fulgidius* le rapport entre le poids du corps et la charge traînée était représenté par quarante, il était de quarante et un chez une *trichie à bandes*, petite espèce de cétoine qui vit sur les roses; il était de 2 grammes pour un grand *orycte nasicorne*. Chez les hyménoptères : l'abeille a pu traîner un poids vingt fois plus grand que le sien, et le Bourdon terrestre, plus gros que l'abeille, a pu en traîner un seulement seize fois plus grand.

Et M. Plateau conclut que dans un groupe d'insectes, les plus légers ou les plus petits représentent le rapport le plus élevé, ou *la force relative est en sens inverse du poids*.

La poussée a été calculée par un procédé particulier chez les insectes fouisseurs. Ici, la loi précédente est encore plus prononcée que dans la traction. Ainsi M. Plateau a trouvé que l'orycte *nasicorne*, qui pèse 2 grammes exerce une poussée qui fait équilibre à trois ou quatre fois son poids, tandis que l'*Onthophagus nuchicornis*, qui pèse environ 5 centi-

grammes, pousse devant lui de quatre-vingts à quatre-vingt-dix fois son poids.

Pour la force du vol, il s'est trouvé que le poids que différents insectes appartenant aux cinq ordres des coléoptères, des lépidoptères, des névroptères, des hyménoptères et des diptères parviennent à enlever, varie entre le sixième et le double du poids de l'insecte qui le porte. Les espèces les plus petites sont encore ici celles qui montrent le plus d'énergie relative, mais les différences dans un même groupe sont peu accusées. Certains diptères portent un poids total presque triple du leur, la mouche par exemple; les libellules (névroptères) ne peuvent enlever plus de deux fois leur poids. Elles ont cependant le vol très-soutenu; on a vu des libellules distancer des hirondelles qui les poursuivaient. De même les mouches et d'autres diptères suivent et dépassent les chevaux de course lancés à fond de train, et même des wagons emportés avec une vitesse de cinquante kilomètres à l'heure. M. Plateau fait remarquer, au sujet de ces résultats, que les insectes n'ayant jamais, comme certains oiseaux, à transporter des fardeaux un peu considérables, il est naturel que la puissance de leur vol ne surpasse pas beaucoup celle qui suffit pour soutenir leur propre poids, l'excès servant simplement à compenser la fatigue.

M. Plateau se propose de poursuivre ses recherches et d'évaluer en particulier chez les insectes, la force du saut, dont il fait pressentir tout l'intérêt. On connaît, dit-il, les bonds prodigieux des grillons, des sauterelles et des criquets, les élans de longue portée des puces ; à force égale relativement au poids du corps, un lion devrait faire des bonds d'un kilomètre. La force de destruction de certains insectes n'est pas moins étonnante. Les ténébreux termites ont miné des villes entières, qui se trouvent aujourd'hui suspendues sur les catacombes, telle la ville de Valencia dans la Nouvelle-Grenade. La Rochelle est menacée du même sort. Les larves des sirex percent avec leurs mandibules des balles de plomb. Enfin, comme prodige de force, il faut citer celle d'une espèce particulière d'insecte termite, d'un demi-centimètre de longueur, qui élève en Afrique des buttes coniques en argile très-dure pouvant atteindre six mètres de hauteur, et dont la solidité est telle, que les taureaux sauvages s'y établissent en vedette pour explorer l'horizon ; ces édifices ont plus de mille fois la taille des ouvriers qui les ont construits. Un édifice qui aurait mille fois la taille de l'homme serait bien supérieur à la pyramide de Chéops qui n'a que cent quarante-six mètres, représentant quatre-vingt dix fois la hauteur de ceux qui l'ont construite.

Il résulte donc des belles recherches de M. Plateau, que la force mécanique développée chez les insectes est inversement proportionnelle à leur poids ou à leur taille. Il ne faudrait pas croire que cette loi doive s'expliquer par la prédominance relative du système musculaire chez les animaux les plus petits, car M. Plateau a fait voir par des mesures directes que, chez les insectes, le volume des muscles est loin d'être inver-

sement proportionnel au poids. Il y aurait intérêt à comparer entre eux, au même point de vue, les mammifères; et les oiseaux tout porte à croire que l'on constaterait que la puissance musculaire est en sens inverse de la taille, et est indépendante du volume relatif de la masse musculaire.

Cette loi, cependant, serait-elle généralisée, qu'elle céderait le pas, au point de vue de son importance biologique, à une autre qu'il nous est impossible de passer sous silence, et dans laquelle, du reste, la première paraît devoir rentrer. Cette loi est la suivante : *la puissance mécanique des animaux est réglée par l'intensité des phénomènes chimiques dont ils sont le siége.* Ce grand fait, pressenti par Cuvier, a reçu, surtout à notre époque, sa confirmation. Des recherches modernes il résulte, en effet, que, pour un même poids de matière vivante, ce sont les oiseaux et les insectes qui absorbent le plus d'oxygène, qui exhalent le plus d'acide carbonique. Les mammifères ne viennent qu'en seconde ligne; chez les reptiles et les poissons, dont l'activité musculaire est bien moins considérable que chez les animaux précédents, la proportion d'oxygène absorbé, d'acide carbonique rendu, est beaucoup plus faible ; elle est encore plus petite chez les colimaçons, les vers.

Il résulte aussi de cet ordre de recherches que pour un même poids de l'organisme, la quantité d'oxygène absorbé et celle d'acide carbonique rendu sont en proportion inverse de la taille. Or, comme la force mécanique des animaux est, elle aussi, en proportion inverse de la taille, il y a tout lieu de croire que si les petits animaux ont, par rapport aux grands, une puissance musculaire relative plus considérable, c'est à l'intensité des phénomènes chimiques, chez les premiers, qu'est due la prédominance de cette puissance. Qu'on place maintenant en face de ces résultats, ceux obtenus par MM. Béclard, Hirn, etc. (voy. p. 25), et qui démontrent que la force mécanique développée par les muscles n'est qu'une transformation d'une partie de la chaleur produite dans les combustions internes, et l'on comprendra que, plus, chez un animal, les phénomènes chimiques seront intenses, plus sera grande la quantité de chaleur qu'il pourra utiliser et transformer en travail mécanique.

Index bibliographique (De l'effort). — COLIN, *Physiologie comparée*, t, II. — I. BOURDON, *Recherches sur le mécanisme de la respiration et sur la circulation du sang.* Paris, 1820. — J. CLOQUET, *De l'influence de l'effort sur les organes renfermés dans la cage thoracique.* Paris, 1820. — BEAU et MAISSIAT, *Mécanisme de la respiration*, in *Arch. génér. de médecine*, t. III, 15e série. — VERNEUIL, *De l'effort* (*Bulletins de la Société de chirurgie*, année 1856). — LONGET, *Traité de physiologie*, t. II. — GOSSELIN, *Des lésions traumatiques du poumon sans fractures de côtes*, in *Mém. de la Société de chirurgie*, 1er volume. — BROWN-SÉQUARD, *Faits nouveaux relatifs à la coïncidence de l'inspiration avec une diminution dans la force et la vitesse des battements du cœur*, in *Compt. rend. et Mém. de la Soc. de biol.*, année 1856. — MALGAIGNE, *Anatomie chirurgicale*, t. I. — GAVARRET, *Les phénomènes physiques de la vie*, année 1869. — F. PLATEAU, *De la force musculaire des insectes* (Anal. de M. Radeau, *Revue des deux mondes*, année 1866). — CUVIER, *Leçons d'anatomie comparée*, 1re édit., 1865.

TABLE DES MATIÈRES

DES MOUVEMENTS.

MOUVEMENTS DUS A L'ÉLASTICITÉ..... 435

MOUVEMENTS DUS A LA CONTRACTILITÉ..... 438

Mouvement sarcodique..... 438

— vibratile..... 441

Mouvements musculaires..... 445

De la tonicité musculaire..... 453

De la contraction dans les muscles striés..... 455

Diminution de longueur du muscle..... 455

État du faisceau primitif musculaire lors de sa contraction..... 456

De l'augmentation d'épaisseur du muscle..... 458

Dureté et résistance du muscle en contraction..... 459

Du bruit musculaire..... 460

Mécanisme de la contraction musculaire..... 460

Myographie..... 462

Pince myographique..... 467

Du tétanos électrique..... 469

Rôle de l'élasticité musculaire..... 473

Vitesse de la contraction musculaire..... 474

Durée de la contraction..... 475

De l'état de la circulation dans les muscles lors de la contraction..... 475

Phénomènes chimiques et nutrition du muscle pendant la contraction..... 476

Chaleur produite pendant la contraction musculaire..... 477

Des phénomènes électriques qui se passent dans le muscle à l'état de repos et à l'état de contraction..... 478

Sensibilité musculaire..... 485

De la contraction des muscles lisses comparée à celle des muscles striés..... 487

CONDITIONS DE LA CONTRACTILITÉ MUSCULAIRE..... 488

Influence de la circulation du sang sur la contractilité musculaire..... 491

Influence du système nerveux sur la contractilité musculaire..... 496

Influence des nerfs mixtes..... 497

— des nerfs purement moteurs..... 498

— des nerfs sensitifs sur la contractilité..... 499

— de la moelle et du cerveau sur la contractilité..... 499

DE LA CONTRACTILITÉ DES MUSCLES APRÈS LA MORT..... 506

RIGIDITÉ CADAVÉRIQUE 508
Théorie de la rigidité cadavérique 512

INFLUENCE DES EXCITANTS SUR LA CONTRACTILITÉ MUSCULAIRE 513

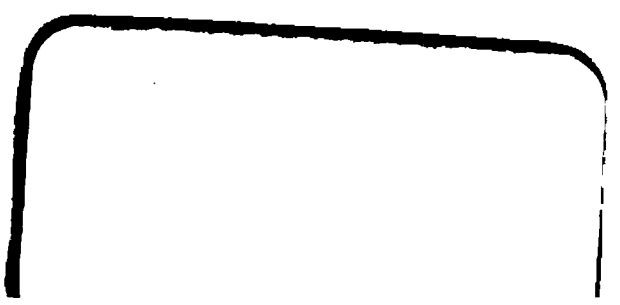
Excitants physiologiques 513
— pathologiques 516
— mécaniques 517
— physiques 519
Courants voltaïques continus 520
— interrompus marchant dans le même sens 521
— d'induction 522
Appareil de du Bois-Reymond et de Siemens et Halske 523
— portatif de M. Duchenne (de Boulogne) 524
— de M. Morin 525
— de M. Gaiffe 526
Calorique 530
Lumière 530
Excitants toxiques 531
— vératrine 531
— sulfo-cyanure de potassium 533
— upas antiar 534
— corroval, vao et tanghin 534
— digitaline 534
— gaz 535
— opium 535
— sels 535
— chloroforme 535

CARACTÈRES DIFFÉRENTIELS DES MOUVEMENTS MUSCULAIRES 537

Mouvements volontaires des muscles de la vie de relation 538
— involontaires des muscles de la vie de relation 540
— involontaires des muscles de la vie végétative 545

DE L'EFFORT 550

Effort thoraco-abdominal 551
Applications pathologiques 554
De la force musculaire développée dans l'effort, comparée chez l'homme et chez les divers animaux 557

FIN DE LA TABLE.

Paris. — Imprimerie de E. MARTINET, rue Mignon, 2.